МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)

СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ

МАТЕРИАЛЫ XXVI МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЁЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2025»

(27 – 28 марта 2025 г)

Часть 2

Ухта
УГТУ
2025

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ XXVI МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЁЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2025»
(27-28 марта 2025 года)

Часть 2

УДК [5+6](061.3)
ББК 94

К 65

К 65 **Материалы XXVI Международной молодёжной научной конференции «СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2025» (27–28 марта 2025 г.; Ухта). В 2 ч. Ч. 2.**
СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2025: материалы конференции / под редакцией Р. В. Агиней. В 2 ч. Ч. 2. – Ухта : Изд-во УГТУ, 2025. – 640 с. : ил. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-88179-841-3 (серия)
ISBN 978-5-6051495-9-0

Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех», которая проводится в Ухтинском государственном техническом университете с 2000 года, служит площадкой для научного диалога молодых исследователей России и зарубежья. Тематика конференции включает актуальные вопросы из области естественных и точных наук, техники и технологий в нефтегазопромысловом деле, строительстве, лесном комплексе, а также из области информационных технологий и ряда общественных наук.

В 2025 году на конференцию было представлено 379 докладов по 18 секциям.

УДК [5+6](061.3)
ББК 94

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, профессор Р. В. Агиней (гл. редактор); канд. техн. наук, доцент Д. А. Борейко (зам. гл. редактора); канд. техн. наук Е. В. Тетеревлева; канд. техн. наук Д. Л. Коптяев; д-р. техн. наук, доцент С. В. Каменских; канд. физ-мат. наук, доцент Ю. Г. Смирнов; канд. техн. наук, доцент Е. Н. Мотрюк; канд. техн. наук, доцент Л. И. Мучкинова; канд. техн. наук доцент Т. В. Бобылева; ст. преподаватель Е. Е. Яворская; канд. техн. наук, доцент В. В. Дуркин; канд. техн. наук, доцент М. А. Михеевская; канд. техн. наук, доцент П. В. Кожевникова; канд.техн.наук М. В. Коломинова; канд.техн.наук, доцент Е. В. Нор; канд.техн.наук, доцент Н. П. Богданов; канд. геол.-минерал. наук, доцент В. Б. Ростовщиков; ст. преп. Т. А. Григорьева; д-р георгаф. наук, доцент Г. Г. Осадчая; канд. экон. наук, профессор А. В. Павловская; начальник НИЧ Е. В. Михеевский (научный секретарь); Д. А. Кривко (секретарь).

Материалы, помещённые в настоящий сборник, даны в авторской редакции с минимальными правками.

Техническое редактирование и компьютерная вёрстка: В. В. Конева.

© Ухтинский государственный технический университет, 2025

ISBN 978-5-88179-841-3 (серия)
ISBN 978-5-6051495-9-0

План 2025 г., позиция 002(н).
Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 33,68. Заказ № 389.

Ухтинский государственный технический университет.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ И НЕФТЕБАЗ 12

Повышение надежности проведения строительных работ при прокладке трубопроводов через искусственные препятствия
Кузьбожев П.А., Шигапов Р.О. 12

Применение временных линий трубопроводов при реализации энергосберегающих мероприятий
Екимов Д. А., Стрекаловская А. К. 15

Оценка напряжений трубопровода при изгибе методом инклинометрии
Васильев Н. С.
Научный руководитель – Игнатик А. А. 18

Анализ расположения термостабилизатора относительно сваи фундамента нефтепровода
Люосев В. В.
Научный руководитель - Лютоев А. А. *21*

Оптимизация технологии сохранения природного газа при производстве плановых и аварийно-восстановительных работ с использованием мобильных компрессорных установок
Бурылов В. Е.
Научный руководитель – Семиткина Е. В. 27

Сравнительный анализ и совершенствование технологий улавливания и рекуперации паров углеводородов
Савин В. В., Мамонтов А. Р., Сивкова Е. Р. 31

Изучение статического напряжения сдвига образцов парафиноотложений на стенках МН «Уса – Ухта» для моделирования образования АСПО
Тюнькин А. Б.
Научный руководитель – Некучаев В. О. 38

Анализ возможности использования полимерных и композитных материалов в конструкции технологических трубопроводов
Смирнова К. А.
Научный руководитель – Семиткина Е. В. 42

Трансформация во времени и вдоль трубы начального скачка давления на входе лабораторной модели трубопровода с парафинистой нефтью в зависимости от температуры
Матвеев В. И., Кожарин А. В.
Научный руководитель – Некучаев В. О. 49

Перспективы применения завихрителей потока нефти в системе трубопроводного транспорта
Матвеев В. И., Мелентьев В. А.
Научный руководитель – Терентьева М. В. 54

Оценка эффективности нанесения пенополиуретана и пенополистирола в качестве изоляционных покрытий на участке МН «Уса-Ухта»
Байдукова М. А., Мелентьев В. А.
Научный руководитель – Лютоев А. А. 58

Предотвращение гидратообразования на линейной части магистрального газопровода
Щукин И. А., Кузюрин М. А.
Научный руководитель – Семиткина Е. В. 65

Исследование связи между вариациями напряженности магнитного поля Земли и работой средств электрохимической защиты
Бойчук З. В., Потапова А. С.
Научный руководитель – Алефиров И. А. 72

Анализ способов бестраншейной прокладки трубопроводов
Щукин И. А., Тоболина И. С.
Научный руководитель - Терентьева М. В. 81

Оценка эксплуатационных особенностей магистральных газопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов
Басов А. А.
Научный руководитель – Терентьева М. В......87
Исследование причин недостоверности показаний стационарных электродов сравнения при защите трубопровода от коррозии
Некрасов К. М., Паламодов Р. А.
Научный руководитель – Ракито О. Н. 97
Мониторинг территории объектов трубопроводного транспорта (на примере подводного перехода конденсатопровода Юрхаровского месторождения)
Райкова А. И.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н. 100
Анализ конструктивных решений прокладки магистральных трубопроводов в сейсмически опасных районах
Канакова Я. Э.
Научный руководитель – Терентьева М. В......106
Расчет эффективности использования солнечных панелей для поддержания температуры нефтепродукта в резервуаре вертикальном стальном с учетом сезонности и регионов
Заворохин В. И.
Научный руководитель – Лютоев А. А......112
Разработка методики подбора толщины стенки магистральных газопроводов, сооружаемых из труб высоких классов прочности
Безносиков Д. И.
Научный руководитель – Семиткина Е. В......118
Анализ средств балластировки и закрепления магистрального газопровода на слабонесущих грунтах
Титова А. И., Кривов В. Е.
Научный руководитель - Терентьева М. В. 124
КПД работы нефтепровода
Терновый В. М.
Научный руководитель – Терентьева М. В......131

СЕКЦИЯ 11. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 136
Новая методика определения глинистости коллекторов нефти и газа
Дуркин В. В., Саврей Д. Ю., Близнюков В. Ю......136
Оптимизация параметров технологии закачки горячей воды в терригенных отложениях нижнего карбона Республики Татарстан
Орехов А. Е., Шайдуллин Л. К. 140
Опыт применения цифровых инструментов и интеллектуальных решений при разработке месторождения высоковязкой нефти методом SAGD
Савельев А. В. 145
Основные направления снижения стоимости буровых работ и капитального ремонта скважин
Тихонов Е. В., Кусова Л. Г......151
Исследование нефтевытесняющей способности ЦПАВ на насыпных моделях пластов с разными типами нефтей
Жмаев И.А., Гаффанова Р.И., Мингазов Р. Р. 156
Обзор текущего состояния разработки Сибирского месторождения
Шонус Х. Х.
Научный руководитель - Ксёнз Т. Г......162

Монетизация попутно-нефтяного газа на объектах ИП ООО «Sanoat Energetika Guruhi» путём его переработки в синтетическое топливо с помощью технологии Gas-to-liquid (GTL)
Тангриев М. У. 170
Совершенствование способов борьбы с осложнениями в скважинах на Западно-Хоседаюском нефтяном месторождении
Чернышов И. Н.
Научный руководитель – Савельев Д. Ю. 172
Реализация расчетов параметров трещин, образующейся во время проведения гидравлического разрыва пласта, на языке программирования Python
Фомин Д. А., Дубовский Д. А.
Научный руководитель – Миклина О. А. 177
Физические и химические методы борьбы с АСПО
Ковалев С. А. 183
Совершенствование геолого-технических мероприятий на Сороченском нефтяном месторождении
Кукольщиков Е. В.
Научный руководитель – Дуркин В. В. 190

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 197
Информационная система для сопровождения процесса проведения государственной итоговой аттестации
Сурай С. А. 197
Автоматизированная система ведения журнала приема и выполнения заявок от населения контролерами службы учета и реализации МУП «Ухтаводоканал»
Шамарин И. А.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В. 201
Повышение эффективности работы кураторов в высших учебных заведениях за счёт внедрения автоматизированных систем управления
Романовский Д.
Научный руководитель – Смирнов Ю. Г. 206
Создание информационной системы по автоматизации работы ООО «Ухтинская управляющая компания»
Литвинова М. С.
Научный руководитель - Гресюк А. Н. 209
Анализ успешности образовательно-воспитательного процесса обучающегося от психосоциальных факторов
Маринина А. А.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В. 213
Использование технологии Deepfake в современных реалиях
Колпаков К. П., Киселев И. И., Поповцев К. В.
Научный руководитель – Устюгов В. А. 216
Интерактивная новелла, исследующая последствия массовых расстрелов
Минашкина Л. А.
Научный руководитель – Рочев К. В. 221
Приложение для мониторинга показателей датчиков температуры в медицинских холодильниках
Тесля Г. Д.
Научный руководитель – Шилова С. В. 225
Структура данных основанной на правилах информационной системы поддержки принятия решений
Борисова А. О.
Научный руководитель - Григорьевых А. В. 228

Онлайн магазин одежды
Корнилова Е. Б.
Научный руководитель – Кожевникова П. В......235
Методика мониторинга быстродействия высоконагруженных систем и приложений
Суворов А. И.
Научный руководитель - Рочев К. В. 241
Веб-платформа для студенческого МФЦ УГТУ
Мамедов Э. А.
Научный руководитель – Кожевникова П. В......246
Связь между средним рейтингом вузов и демографическими показателями в регионах России
Сурай А. А.
Научный руководитель - Рочев К. В. 254
Анализ устойчивости алгоритмов решения задачи Change-Point Problem
Ведерников Д. А.
Научный руководитель – Григорьевых А. В......257
Информационная система «Электронный журнал старосты»
Тюнева П. А.
Научный руководитель – Кожевникова П. В......261
Система межнейросетевого мультимодального взаимодействия как путь к ОИИ
Стрюков П. В., Герберт Д. В.
Научный руководитель - Кожевникова П. В. 268
Применение метода isolation forest для выявления аномальных сообщений в логах программного сервиса
Лембак В. Д.
Научный руководитель – Григорьевых А. В......274
Интеграция безопасности в DevOps (DevSecOps) и автоматизация безопасности на протяжении всего жизненного цикла разработки программного обеспечения
Виноградов М. А......276
Современные тренды в аутентификации и валидации пользователей
Виноградов М. А......282
Онлайн-платформа «Проектно-ориентированное обучение»
Нигматуллин И. И.
Научный руководитель – Кожевникова П. В......285
Аналитическое исследование мобильного рабочего места как инструмента повышения эффективности управления услугами ЖКХ
Каганяк Д. С.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В. 288

СЕКЦИЯ 13. ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.....291
Усовершенствование технологии лесовосстановления
Голицын В. А.
Научный руководитель – Чемшикова Ю. М. 291
К вопросу о совершенствовании технологии лесосечных работ на предприятии ООО «Оптима Лес»
Мурахтанов К. С.
Научный руководитель – Коломинова М. В......294
Проектирование цеха по производству латофлекса
Яремчук А. А.
Научный руководитель – Чемшикова Ю. М. 298
Измерительные инструменты в лесной таксации
Видзон М. А.
Научный руководитель – Коломинова М. В......301

Пути преодоления адаптационных проблем работников
Мордвинов Ю. А.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н. 304
Проектирование и возведение лесных дорог
Лодыгина А. С.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н. 309
Совершенствование технологий в сфере строительства лесных дорог
Лодыгина А. С.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н. 313
Современные технологии укладки дорожного покрытия
Капустин А. А.
Научный руководитель - Бурмистрова О. Н......316

СЕКЦИЯ 14. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 320
Безопасность транспортировки углеводородов по морю и суше
Попова Р. И.
Научный руководитель – Соходон Г. В. 320
Особенности организации спасательных работ при авариях на морских буровых платформах
Чернышов И. Н.
Научный руководитель – Соходон Г. В. 325
Разработка мобильного приложения по фиксации аварийных инцидентов
на опасных объектах
Юрков А. Е, Бабушкин П. П.
Научный руководитель – Шилова С. В......328
Повышение надёжности эксплуатации межпромысловых трубопроводов на примере
ПАО «НК «Роснефть»»
Лоленко А. А.
Научный руководитель - Нор Е. В. 333
Тренажер для обучения выполнению работ повышенной опасности
на компрессорных станциях
Харченко В. М., Коновалов В. И. 336
Совершенствование системы прогнозирования аварий и их последствий для обеспечения
промышленной безопасности эксплуатации систем трубопроводного транспорта
Слепнёв В. Н.
Научный руководитель – Максименко А. Ф......341
Особенности проведения курсов повышения квалификации с применением
цифровых технологий
Сердюк И. В., Стругов И. С......347
Комплексный метод изоляции горных выработок от паропроявлений в условиях
термошахтного способа разработки Ярегского месторождения
Белкини И. А.
Научный руководитель - Грунской Т. В......353
Повышение промышленной безопасности на объектах хранения нефти
Витязева Г. В.
Научный руководитель - Нор Е. В. 357
Совершенствование процедуры проведения экспертизы промышленной безопасности
объектов хранения нефти на примере ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»»
Майер Ю. Ю., Майер Н. А.
Научный руководитель - Нор Е. В. 359
Анализ причин и последствий крупных техногенных катастроф
в Республике Коми в 2023 году
Москаленко А. Е.
Научный руководитель - Полина И. Н......363

Районирование территорий Заполярной тундры по степени негативного воздействия
на природную среду от разливов нефти путем разработки гидродинамической модели
разливов нефти на поверхности суши и применения экспертных технологий для учета других
влияющих факторов
Пименов М. К.
Научный руководитель - Грунской Т. В. 367
Совершенствование системы безопасности технологического процесса хранения нефти
на УПН АО "ПНГ"
Максимов М. Я.
Научный руководитель – Грунской Т. В. 374
Совершенствование системы оценки профессиональных рисков на примере объекта
топливно-энергетического комплекса
Юра Р. Н.
Научный руководитель - Нор Е. В. 380

СЕКЦИЯ 15. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 391
Диэлектрический нагрев пластмассы
Сметанкина А. А.
Научный руководитель – Демина М. Ю. 391
Исследование наилучшего варианта компоновки ячеек оребрения
при разных видах внешнего холодного источника
Любимов П. В. 396
Инфракрасная спектрометрия в изучении нефтей и битумоидов
Очилов А. В.
Научный руководитель – Ильясов В. Х. 399
Лазер как физическое явление в военном деле
Слепухин М. К., Дрожжин П. О.
Научный руководитель - Шамбулина В. Н. 402
Перспектива разработки квантового компьютера
Дрожжин П. О., Слепухин М. К.
Научный руководитель - Шамбулина В. Н. 406
Исследование удельного заряда электрона, применение магнетронного метода
Чипсанов Н. О., Либрехт Д. А.
Научный руководитель - Богданов Н. П. 409
Определение структурно-группового состава нефти по данным ИК-спектрометрии
Лебедь А. Д., Заворохин В. И.
Научный руководитель - Некучаев В. О. 413
Оптическое пирометрическое измерение яркостной температуры вольфрама:
анализ возможностей прибора ЛОП-72
Ладанов В. А., Карманов Г. В.
Научный руководитель - Богданов Н. П. 422
Экспериментальное исследование магнитного поля соленоида:
Методика с применением датчика Холла
Сягровец С. А.
Научный руководитель - Богданов Н. П. 425

СЕКЦИЯ 16. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 429
Модельный лабораторный эксперимент по оценке влияния нефтезагрязнения
на некоторые свойства почвы
Ковалёва С. М.
Научный руководитель - Пискайкина М. М. 429

Щёлочность воды. Методы определения
Чемерис Д. А., Камашев Н. А.
Научный руководитель – Григорьева Т. А......432
Исследование кинетики гетерогенных реакций
Пиксаева Е. А. 435
Исследование результатов электролиза солей железа
Подпругина К. А.
Научный руководитель - Ивенина И. В......438
Фотокаталитическая активность нанодисперсной системы анатаз/магнетит
Вавринчук К. С., Мартаков И. С.
Научный руководитель - Михайлов В. И. 441
Определение жесткости воды разных районов Ухты, Сосногорска и Яреги
методом титрования
Николаенко Е. П.
Научный руководитель - Засовская М. А. 446

СЕКЦИЯ 17. ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗИ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ 449
Обзор механизмов оценки клиентоориентированного подхода в ритейле
Бабинцева А. С.
Научный руководитель – Зевеке О. Ю. 449
Повышение эффективности работы металлургических предприятий за счет внедрения
автоматизированной системы управления производством
Герчикова А. Е., Далидан Е. А.
Научный руководитель - Сидоренко С. А......453
Международные валютные рынки и риски
Очилов А. В.
Научный руководитель – Каюков В. В. 456
«Экономика замкнутого цикла» как способ трансформации общественных отношений по
управлению обращением с отходами: текущее состояние, перспективы развития
Ермолов О. С., Деменкова А. Р., Свидукович Д. В. 459
Современные подходы к управлению проектами в области разработки месторождений
на примере ПАО «Газпром»
Ильин Д. М......468
Эффективность энергосбережения в магистральном транспорте газа в ПАО «Газпром»
Телюк А. В., Охапкина Д. М.
Научный руководитель – Павловская А. В......476
Портфель ИТ-проектов. Понятие и особенности
Башкатов В. А.
Научный руководитель - Крестовских Т. С......483
Влияние искусственного интеллекта на управление проектами: философский взгляд
Фабунми С.Ф.,.....484
Система 5С и её практическое применение / 5S system and its practical application
Абдулгалимов Н. Э.
Научный руководитель - Салчева С. С......488
Обеспечение возвратности ссуд как способ минимизации кредитных рисков
Жакова О. А.
Научный руководитель – Пономарева В. А......492
Негативное влияние употребления алкоголя и никотина на экономику страны
Терентьев А. В. 495
Анализ устойчивости бизнес процессов цифровой трансформации предприятий
автотранспорта
Федосеенко Д. А.
Научный руководитель – Крестовских Т. С. 502

Анализ тональности новостей и их влияние на фондовый рынок /
Analysis of the news tone and impact on the stock market
Попов М. В.
Научный руководитель - Рочев К. В. 507
Цифровая экономика: состояние и перспективы развития
Головина К. К., Седова С. А., Ермолов О. С. 512
Формирование команды в проекте
Олешкевич В. С.
Научный руководитель – Плюснина О. В. 519
Особенности учёта на нефтегазовых предприятиях
Дмитрова О. В.
Научный руководитель — Власова Н. В. 522
Проблемы магистрального транспорта российского газа в Китай и пути их решения
Дмитрова О. В., Седова С. А.
Научный руководитель — Павловская А. В. 525
Развитие беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли
Головина К. К.
Научный руководитель - Павловская А. В. 532
Выполнение экономических расчётов с применением прикладного программного обеспечения
Телюк А. В.
Научный руководитель – Соловьев Е. С. 539
Оценка коммерческой эффективности проекта газлифтной эксплуатации скважин с применением технологии газа высокого давления
Ильин Д. М.
Научный руководитель – Павловская А. В. 547

СЕКЦИЯ 18. ЭКОЛОГИЯ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ 552
Повышение эффективности ликвидации разливов нефтепродуктов на болотах
Долгодворов М. В.
Научный руководитель – Алефиров И. А. 552
Сервитут: понятие и виды
Ворошнина К. И. 556
Сравнительный анализ ветрового режима города Ухты
Климова Ю. И., Стрекалова Я. И.
Научный руководитель – Саприн С. В. 559
Потенциал для развития туризма в окрестностях города Ухты
Климова Ю. И., Стрекалова Я. И.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю. 563
Современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Ухтинского района Республики Коми
Устинова И. В.
Научный руководитель - Кряжева Е. Ю. 567
Охраняемая фауна Ухтинского района Республики Коми
Карпова И. А.
Научный руководитель - Кряжева Е. Ю. 570
О прекращении существования объектов недвижимости (на примере корпусов бывшего завода УхтаГазСтройМаш)
Давыдова П. В.
Научный руководитель – Дудников В. Ю. 573

Оценочное зонирование территории по результатам анализа рынка жилья (на примере МО Ухта)
Попова В. В.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н. 579
Особенности процедуры предоставления в аренду земельных участков из состава земель лесного фонда для ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты
Долина П. О.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н. 583
Синтез географических данных на примере создания материалов геодезической съемки при помощи искусственного интеллекта
Федоров К. А.
Научный руководитель – Саприн С. В. 587
Тенденции изменения климатических параметров Усть-Цилемского района Республики Коми в аспекте глобального потепления
Ковалёва С. М.
Научный руководитель - Николаева Г. В. 591
Сайт лесов Сыктывдинского района Республики Коми
Плющ З. В., Чабанов А. А.
Научный руководитель – Рочев С. А. 599
Основные проблемы качества воды в Республике Коми
Алина Т. В.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю. 600
Проблемы в работе биологических очистных сооружений
Новокрещенова И. Р.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю. 605
Градостроительная оценка городских территорий (на примере МО Ухта»)
Батырев Д. И.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н. 609
Территориальный анализ готовности административных органов к НОЯ геолого-геоморфологического генезиса
Нурлан кызы А.
Научный руководитель - Осадчая Г. Г. 613
Болезни и вредители растений рода Яблоня (*Malus*) на объектах озеленения города Сыктывкара
Чупрова Е. Ю.
Научный руководитель - Юркина Е. В. 617
Комплексная характеристика населения муниципального образования МО ГО «Воркута»
Чемерис Д. А.
Научный руководитель – Лазарева В. Г. 621
Особенности процедуры предоставления в аренду земельных участков из состава земель лесного фонда для ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты
Долина П. О.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н. 627
Естественное углеводородное загрязнение поверхностных вод р.Ухта
Сенина М. С. 631
Изучение устойчивости подсолнечника сорта «Лакомка» к нефтяным загрязнениям торфогрунта в Республике Коми
Красавцев Н. А.
Научный руководитель - Сорокин А. Д. *634*

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 638

СЕКЦИЯ 10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ И НЕФТЕБАЗ

УДК 622.691.4:628.517

Повышение надежности проведения строительных работ при прокладке трубопроводов через искусственные препятствия

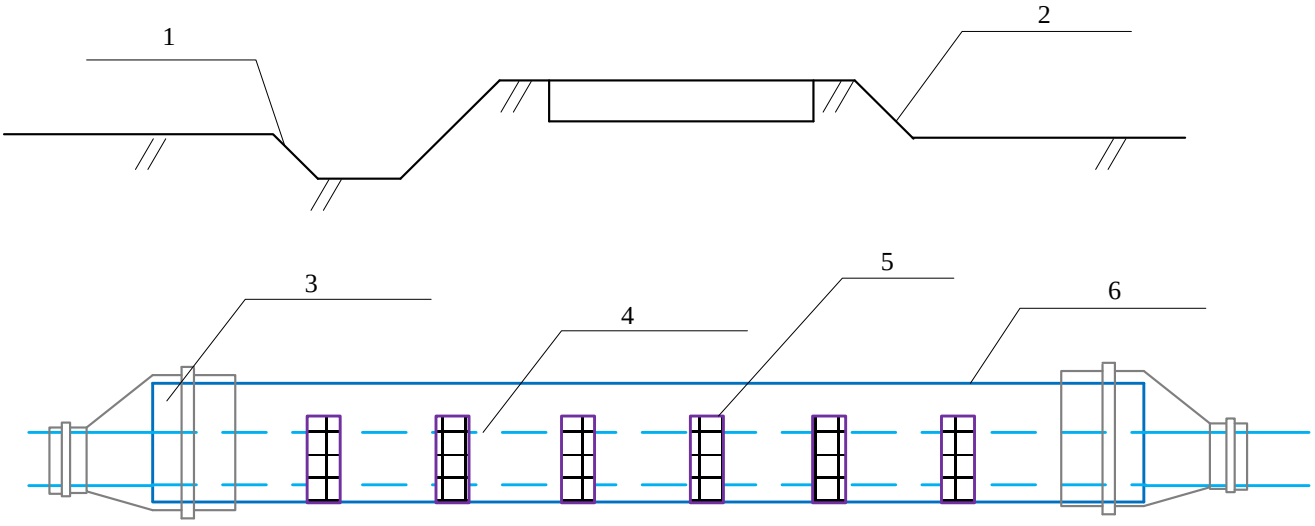
Кузьбожев П.А.[1], Шигапов Р.О.[2]
1 – Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Ухта, Россия
2 –ООО «Газпром трансгаз Ухта», Ухта, Россия

Согласно нормативной документации основными технологическими схемами сооружения переходов магистральных газопроводов через железные и автомобильные дороги являются:

− открытая (траншейная) прокладка в защитных кожухах;
− закрытая (бестраншейная) прокладка в защитных кожухах;
− открытая (траншейная) прокладка без защитного кожуха [1].

Сравнительный анализ показывает, что бестраншейный способ строительства переходов магистральных газопроводов через искусственные препятствия (рисунок 1) имеет ряд следующих преимуществ:

− минимизация нарушения поверхностного слоя земли;
− экономия временных и финансовых затрат;
− уменьшение воздействия на окружающую среду;
− отсутствие (минимизация) повреждения имеющегося дорожного полотна.



1 – водоотводная канава; 2 – насыпь под автомобильную дорогу; 3 – манжета;
4 – трубопровод; 5 – опорно-центрирующее кольцо (спейсер);
6 – защитный футляр

Рисунок 1 – Общий вид перехода магистрального газопровода через автодорогу

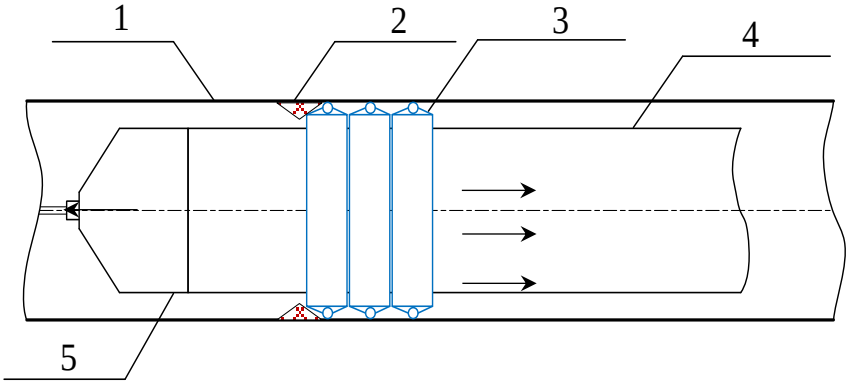
Производство работ по закрытой (бестраншейной) прокладке трубопроводов в стальных защитных кожухах включает следующие основные этапы:

− подготовка участка и земляные работы, в том числе: геодезическая разбивка, планировка участка, разработка рабочего и приемного котлованов, водопонижение грунтовых вод, крепление стенок рабочего котлована;

− прокладка защитного кожуха (футляра) под дорогой, а именно: монтаж упорной стенки котлована, подготовка защитного кожуха к монтажу, монтаж установки для продавливания, прокладка защитного кожуха под насыпью дороги;

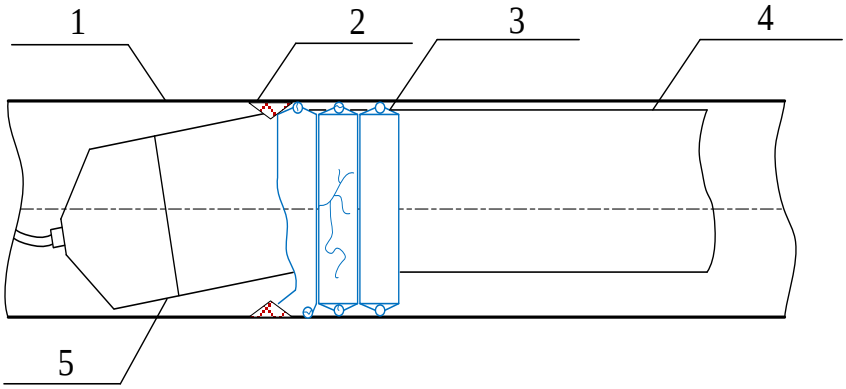
– протаскивание рабочей плети трубопровода в защитный кожух, включая: сборку рабочей плети трубопровода, проверку и изоляцию сварных стыков рабочей плети, предварительное гидравлическое испытание рабочей плети, протаскивание рабочей плети в защитный кожух, заделку концов футляра манжетами, обратную засыпку траншеи.

Стоит отметить, что этап строительства перехода трубопровода, заключающийся в осуществлении протаскивания рабочей плети трубопровода в защитный кожух, осложняется тем, что вследствие наличия препятствий (например, выступающие сварные швы), повышающих сопротивление опорно-центрирующих колец (спейсеров) протаскиванию и увеличения силы трения, приводящей к смещению опорно-центрирующих колец (спейсеров) в направлении, противоположном направлению протягивания плети трубопровода (рисунок 2), что в свою очередь может приводить к повреждению и/или полному разрушению конструкции самих опорно-центрирующих колец (спейсеров) (рисунок 3), защитного внешнего покрытия протаскиваемого трубопровода, электрохимическому контакту внутренней поверхности защитного кожуха и протаскиваемого трубопровода, нарушению проектного положения протаскиваемого трубопровода внутри защитного кожуха.



1 – защитный футляр; 2 – препятствие; 3 – опорно-центрирующее кольцо (спейсер); 4 – трубопровод; 5 – направляющая заглушка

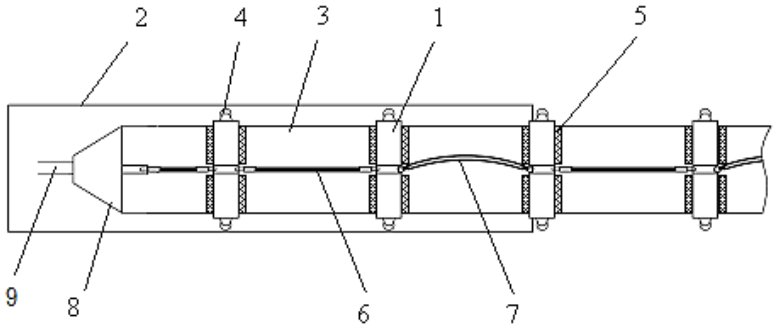
Рисунок 2 – Процесс изменения пространственного положения опорно-центрирующих колец (спейсеров) при осуществлении протаскивания трубопровода



1 – защитный футляр; 2 – препятствие; 3 – опорно-центрирующее кольцо (спейсер); 4 – трубопровод; 5 – направляющая заглушка

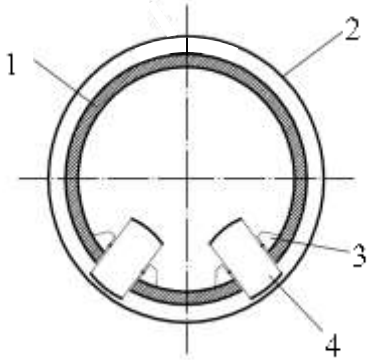
Рисунок 3 – Процесс разрушения опорно-центрирующих колец (спейсеров) при осуществлении протаскивания трубопровода

С целью предотвращения изменения первичного пространственного положения опорно-центрирующих колец при осуществлении процесса протягивания плети трубопровода в защитный футляр был разработан способ протаскивания трубопровода (рисунок 4), а также конструкция оголовка трубопровода (рисунок 5), закрепляемого на торце протягиваемого трубопровода.



1 – опорно-центрирующее кольцо (спейсер); 2 – защитный футляр; 3 – трубопровод; 4 – опора качения; 5 – фрикционный подкладной коврик; 6 – высокопрочный упругий полимерный трос; 7 – упруго-изгибаемые металлические стержни; 8 – направляющая заглушка; 9 – стальной трос [2]

Рисунок 4 – Способ протаскивания трубопровода



1 – трубопровод; 2 – защитный футляр; 3 – опора; 4 – опорный ролик [3]

Рисунок 5 – Оголовок трубопровода

В рассматриваемом способе протаскивания трубопровода (рисунок 4) для предотвращения смещения опорно-центрирующих колец используется система дополнительного закрепления, включающая высокопрочные упругие полимерные тросы и упруго-изгибаемые металлические стержни, обеспечивающих плавное повышение дополнительной фиксирующей нагрузки, частично компенсирующих ударные продольные нагрузки на опорно-центрирующие кольца при протаскивании, обеспечивающих равномерное распределение дополнительного удерживающего усилия, в том числе на опорно-центрирующие кольца, расположенные после смещающегося опорно-центрирующего кольца, что в свою очередь позволяет избежать повреждения и/или полного разрушения конструкции опорно-центрирующих колец, защитного внешнего покрытия протаскиваемого трубопровода, электрохимического контакта внутренней поверхности защитного футляра и протаскиваемого трубопровода и нарушения проектного положения протаскиваемого трубопровода внутри защитного футляра. При этом конструкция оголовка трубопровода (рисунок 5) включает опорные ролики, имеющие криволинейную поверхность качения, что также способствует повышению надежности вышеописанного процесса протаскивания трубопровода.

Библиографический список:

1. СП 109-34-97. Свод правил по сооружению переходов под автомобильными и железными дорогами. – М., 1998. – 65 с.
2. Пат. 2822166 Российская Федерация, МПК F16L7/00 (2006.01). Способ протаскивания трубопровода; заявитель и патентообладатель: ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром ВНИИГАЗ». – 2023117900; заявл. 06.07.2023; опубл. 02.07.2024.
3. Пат. 227030 Российская Федерация, МПК F16L1/028 (2006.01). Оголовок трубопровода; заявитель и патентообладатель: ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром ВНИИГАЗ». – 2023134413; заявл. 21.12.2023; опубл. 02.07.2024.

УДК 622.691.4

Применение временных линий трубопроводов при реализации энергосберегающих мероприятий

Екимов Д. А., Стрекаловская А. К.
ООО «Газпром трансгаз Ухта», Приводинское ЛПУМГ, п. Приводино, Россия

В соответствии с политикой энергосбережения ООО «Газпром трансгаз Ухта» обязательства и задачи по энергосбережению и повышению энергетической эффективности являются приоритетными и учитываются при осуществлении производственно-хозяйственной деятельности Общества. Для всех филиалов целевой показатель по сохранению природного газа при выполнении ремонтных работ на линейной части магистральных газопроводов и планов производства работ компрессорных цехов (ППР КЦ) компрессорных станций составляет 75%.

Характеристика энергосберегающих мероприятий отражена в Рекомендациях «Планирование показателей энергосбережения и формирование отчетности по выполнению энергосберегающих мероприятий в ООО «Газпром трансгаз Ухта». К мероприятиям по экономии природного газа относят: перепуск газа, выработку газа из участков газопроводов через газораспределительные станции, при помощи газоперекачивающих агрегатов, выработка газа на собственные нужды компрессорных цехов (КЦ).

Остановим ваше внимание на выработке газа на топливный газ газоперекачивающих агрегатов при ежегодных ППР КЦ Приводинского ЛПУМГ. Для этого рассмотрим возможное применение временных линий трубопроводов, а именно гибких полимерно-армированных труб (ГПАТ) и труб с быстроразъемными соединениями (БРС).

Полимерно-армированная труба – трубопровод, состоящий из нескольких слоёв полимерных материалов, армированных металлическими или полимерными лентами. Слои полимерно-армированного трубопровода приведены на рисунке 1. В зависимости от производственных потребностей количество слоёв может быть различным и может включать, например, барьерный слой с нулевой газопроницаемостью. Так 1 мм барьерного слоя демонстрирует также барьерные характеристики в отношении газов, как и стенка из полиэтилена низкого давления толщиной 10 м.

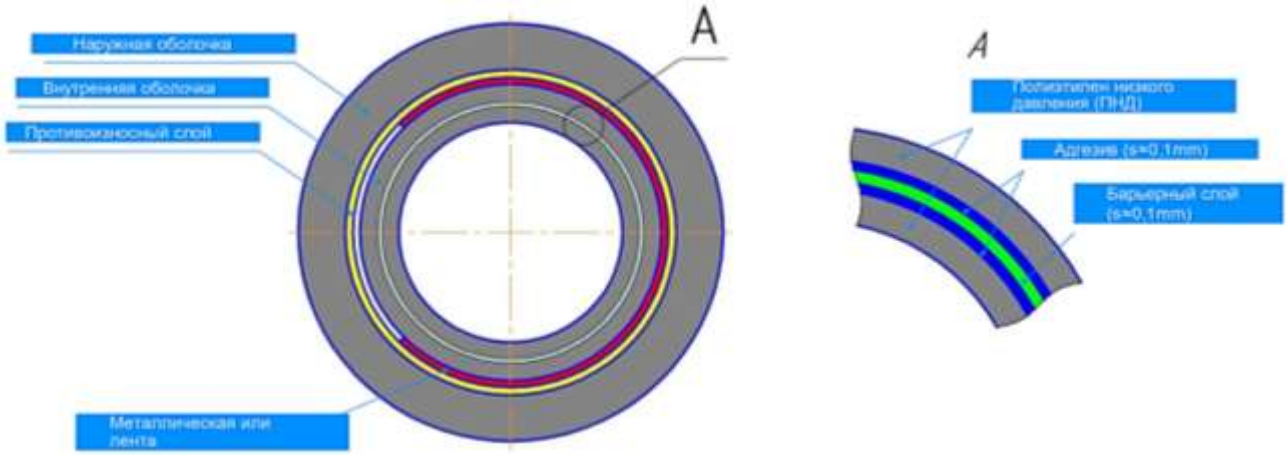


Рисунок 1 – Полимерно-армированная труба

До места монтажа полимерно-армированные трубопроводы серии высоконапорная трубная система (ВТС) могут транспортироваться любыми доступными видами транспорта. Трубопроводы поставляются и транспортируются на барабанах.

Строительная длина гибкой полимерной трубы на одном барабане (в зависимости от конструктивного исполнения и диаметра, длина трубы на барабане может быть различной). Для соединения гибких полимерных армированных труб используется минимальный набор фитингов, которые устанавливаются на трубопроводы при помощи опрессовки специальным гидравлическим прессом. Для развертывания применяется отдающее устройство (ОУ), позволяющее оперативно проводить развертывание трубопровода на объекте.

Транспортирующий барабан представлен на рисунке 2.

Для свертывания гибких полимерных армированных трубопроводов применяется приемо-отдающее устройство (ПОУ), которое позволяет корректно привести трубопровод в транспортируемое состояние.

Рисунок 2 – Транспортирующий барабан

Далее переходим к рассмотрению применения труб с БРС для монтажа временных линий трубопроводов.

На рисунке 3 представлено подключение к газопроводу временной линии из труб с БРС, которые используются и при работе мобильной компрессорной станции (МКС).

Рисунок 3 – Временная линия из трубопроводов с БРС

Для монтажа временной линии от завода деталей трубопроводов ООО «РЕКОМ» при реализации энергосберегающих мероприятий в Приводинском ЛПУМГ необходимы следующие элементы: труба с БРС в количестве 20 шт. общей длины 100 м, гибкие рукава, отводы и фланцы подключения.

Таким образом наличие комплекта ГПАТ, труб с БРС в качестве временных линий трубопроводов при реализации энергосберегающих мероприятий могут применятся многократно по необходимости с вариацией точек подключения.

Цель предложения: сократить количество стравливаемого газа при ППР КЦ и выводе участков магистральных газопроводов (МГ) в ремонт в масштабах ООО «Газпром трансгаз Ухта».

В нашей работе, в эксплуатационных границах Приводинского ЛПУМГ, предлагаем вашему вниманию применение временных линий трубопроводов при реализации энергосберегающих мероприятий, таких как:

- возможность выработки газа с технологических коммуникаций КЦ № 1, КЦ № 2 с рабочим давлением 55 кгс/см^2 (система 55) на топливный газ КЦ № 3 с рабочим давлением 75 кгс/см^2 (система 75) и в обратном направлении при ежегодных ППР КЦ, выработки из охранных зон КЦ №1, 2, 3 и прилегающих участков газопроводов «Ухта-Торжок-I», «Ухта-Торжок-II», «Ухта-Торжок-III»;

- возможность выработки газа с технологических коммуникаций КЦ № 5 с рабочим давлением 75 кгс/см^2 на топливный газ КЦ № 3, КЦ № 4 при ежегодных ППР КЦ, выработки газа из охранных зон КЦ № 5 и прилегающих участков газопровода «СРТО-Торжок».

Перейдем к рассмотрению возможности подключения временных линий трубопроводов между компрессорными цехами. Для этого в существующие технологические схемы КЦ № 2, КЦ № 3 предлагаем:

- смонтировать точки подключения временных линий трубопроводов с возможностью подключения ГПАТ, соединяющей места подключения импульсный коллектор в районе крана №26и КЦ № 2 и коллектор топливного газа ГПА КЦ №3 теплообменников «газ-газ». Эту линию можно рассматривать, как межцеховую перемычку между КЦ № 2 и КЦ № 3. Длина ее в сборке составит 90 м. Выработка контура при ежегодных ППР КЦ №1, КЦ № 2 на топливный газ КЦ № 3 приведет к большим объемам экономии природного газа (более 70 тыс. м^3 ежегодно). При необходимости вывода в ремонт газопроводов ОЗ КЦ №1, 2 выработка на топливный газ составит более 160 тыс. м^3.

Перейдем к следующей возможности подключения временной линии трубопроводов.
Для этого в существующие технологические схемы КЦ №4, КЦ № 5 предлагаем:

- смонтировать точки подключения временных линий трубопроводов с возможностью подключения ГПАТ, соединяющей места подключения импульсный коллектор в районе крана №1ис КЦ № 4 и всасывающего коллектора в районе ГПА ст.№ 55 КЦ № 5. Эту линию можно рассматривать, как межцеховую перемычку между КЦ №4 и КЦ №5. Длина ее составит 100 м. Тем самым выработка контура КЦ №5 на топливный газ КЦ №4 составит более 140 тыс. м^3. Выработка ОЗ на топливный газ составит более 190 тыс. м^3.

После формирования запросов на заводы-изготовители, исходя из коммерческих предложений по стоимости необходимой трубной продукции, экономически более целесообразным является применение труб с БРС. Трубы с БРС включены в единый отраслевой справочник материально-технических ресурсов, что дает возможность реализации проекта в эксплуатационных границах предприятия.

Системный энергосберегающий и природоохранный эффект подтверждает значимость проекта. Подводя итоги, хочется сказать, что в моей работе рассмотрено применение временных линий трубопроводов из:

- ГПАТ;
- труб с БРС.

Важно отметить применение временных линий трубопроводов дает возможность переподключения, как на промышленной площадке, так и на ЛЧ МГ, что повышает вариативность применения при реализации энергосберегающих мероприятий.

Библиографический список:

1. Политика ООО «Газпром трансгаз Ухта» в области энергосбережения, утвержденная приказом от 31.01.2024 г. №68. – Текст: Электронный // ООО «Газпром трансгаз Ухта»: официальный сайт. – URL: https://ukhta-tr.gazprom.ru/d/textpage/80/128/politika-ehnergosberezheniya-2021-1 .

2. Труба с быстро разъемными соеденинями, детали трубопроводов, трубопроводная арматура, фитинги, крепежные изделия, опорные конструкции. – Текст: Электронный // ООО «ЗДТ» Реком»: официальный сайт. – URL: https www.zavod-rekom.ru (дата обращения 28.022024).

3. Гибкие высоконапорные полимерные армированные трубы. Текст: электронный // ООО «Энергомаш-ВТС»: официальный сайт. – URL: https://energomash-vts.com/catalog/truby (дата обращения 01.11.2024).

УДК 621.643.053

Оценка напряжений трубопровода при изгибе методом инклинометрии

Васильев Н. С.
Научный руководитель – Игнатик А. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Введение. Теоретические положения

Инклинометрия трубопровода состоит в измерении углов его наклона при воздействии нагрузок [1]. Прибор для измерения углов наклона конструкции называется инклинометром. Внутреннее давление не влияет на показание инклинометра. Нагрузки, приводящие к перемещению трубы в произвольном поперечном направлении, вызывают в общем случае неравномерный наклон её образующих (образующая – это линия на поверхности цилиндра, параллельная его оси). В таком случае инклинометры, установленные вдоль образующих трубы, зафиксируют значения изменения угла наклона. Перемещение в поперечном направлении может быть в вертикальной, горизонтальной и любой другой произвольной плоскости. Вертикальные перемещения, например, могут быть вызваны выталкивающей силой, когда трубопровод проложен в обводнённой или болотистой местности, или силами морозного пучения грунта. Подвижки грунта могут привести к перемещению трубопровода в произвольной плоскости.

В данной работе исследуется только поперечная нагрузка, приводящая к перемещению трубы в вертикальной плоскости (изгибу в вертикальной плоскости).

Для чего производится измерение углов наклона инженерной конструкции перед пуском в эксплуатацию и в процессе эксплуатации? При помощи полученных данных по углам наклона возможен переход к оценке напряжённо-деформированного состояния конструкции и, следовательно, к оценке её прочности [2].

Основная часть. Экспериментальные исследования

Экспериментальная работа выполнялась на лабораторном стенде [3]. Он включает в себя трубу, установленную в двух опорах. Геометрические параметры трубы: длина между опорами 2,5 м; наружный диаметр 325 мм; толщина стенки – переменная величина, номинальное значение 8 мм. Марка стали 17Г1С; предел прочности 490 МПа, предел текучести 350 МПа.

Левая опора трубы жёсткая, она приварена к трубе. Правая опора подвижная, она аналогична опорному подшипнику и позволяет ограниченное перемещение трубы.

Под серединой трубы расположен гидравлический домкрат грузоподъёмностью 20 тонн. Он служит в качестве приспособления для создания поперечной (изгибающей) силы в вертикальной плоскости. Фиксация изгибающей силы производится с помощью величины вертикального перемещения штока домкрата. С этой целью прикреплена линейка для измерения перемещения штока домкрата h. Принято, что перемещение штока домкрата равно перемещению середины нижней образующей трубы (с этой зоной контактирует шток домкрата). В экспериментах максимальное значение перемещения штока домкрата составляет $h = 8$ мм.

В экспериментальной работе используется цифровой портативный инклинометр TLL-90S. Он предназначен для измерения углов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях или в одной плоскости.

Величину, которую измеряет инклинометр, называется уклон У; единица измерения – мм / м. Уклон равен тангенсу угла наклона, умноженному на 1000, то есть $У = 1000 \cdot \mathrm{tg}\alpha$. При малых углах наклона удобно пользоваться в технических целях именно этой величиной.

Измерение уклона производится с момента крепления прибора на объекте. Уклоны, приобретённые до установки прибора, не определяются.

Для исследований выберем верхнюю образующую трубы лабораторного стенда.

На верхней образующей устанавливается инклинометр в точках с продольными координатами $x = 0; \pm 0{,}15; \pm 0{,}30; \pm 0{,}45; \pm 0{,}60; \pm 0{,}75; \pm 0{,}90; \pm 1{,}05; \pm 1{,}15$ м (всего 17 зон). Продольная координата x отсчитывается от середины трубы, где $x = 0$ (над домкратом). Влево отсчитываются отрицательные координаты x, а вправо – положительные.

В каждую из 17 зон устанавливается инклинометр. Труба нагружается поперечной (изгибающей) силой до величины перемещения штока домкрата h = 8 мм. В каждой из 17 зон показания инклинометра (в мм / м) считываются при трёх сериях нагружения. Затем определяются средние показания уклона в каждой зоне. Следовательно, экспериментально получен ряд уклона точек верхней образующей трубы У (x). Полученные таким образом показания сведены в таблицу ниже.

Таблица 1 - Показания уклона У (мм / м) верхней образующей трубы в точках с продольными координатами x

x, м	–1,15	–1,05	–0,90	–0,75	–0,60	–0,45	–0,30	–0,15	0
У, мм / м	2,57	2,37	2,13	1,66	1,26	0,85	0,78	0,87	0,91
x, м	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,15	
У, мм / м	0,99	0,95	0,91	0,66	0,09	–0,64	–1,01	–1,26	

Поделив значения уклона У из таблицы на 1000, получим ряд тангенса угла наклона tgα (x). Далее построим график зависимости тангенса угла наклона tgα точек верхней образующей трубы от координаты x (рисунок 1).

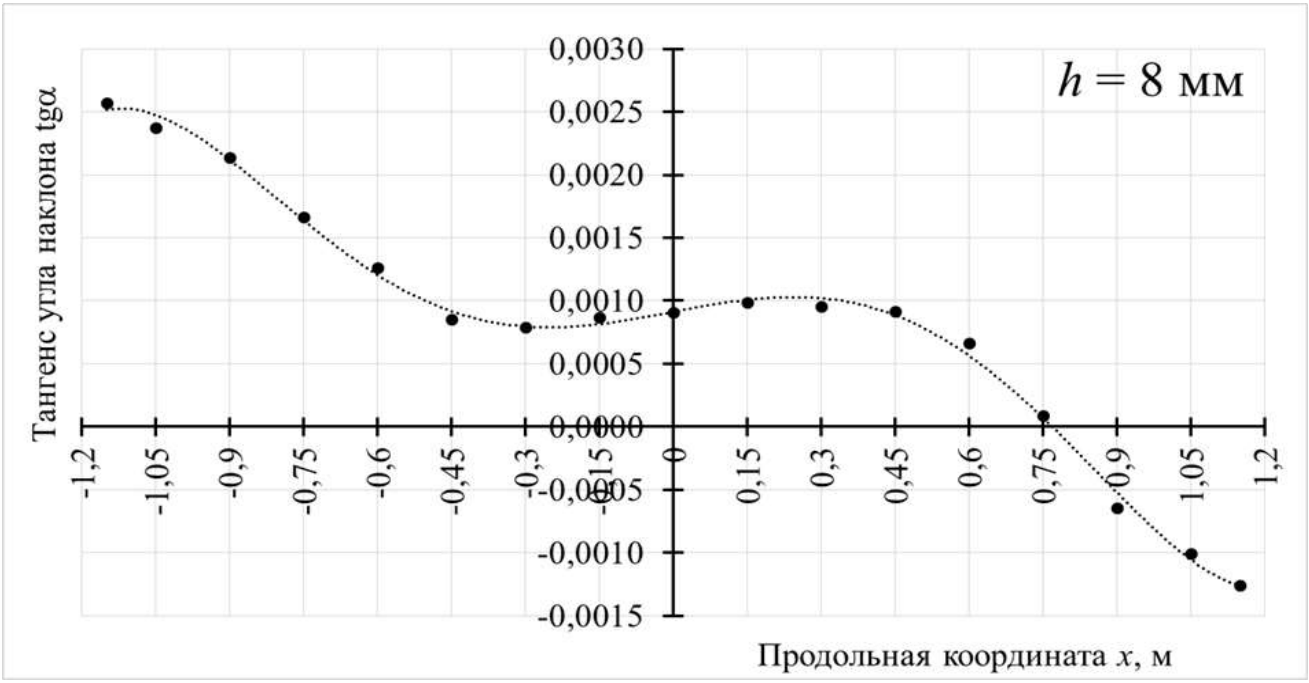


Рисунок 1 – График зависимости тангенса угла наклона точек верхней образующей трубы от продольной координаты

Экспериментально полученные точки следует описать некоторой линией и найти уравнение этой линии. На рисунке 1 изображена линия тренда, построенная по формуле полинома пятой степени:

$$\begin{aligned}\text{tg}\alpha = 0{,}00179914x^5 - 0{,}00014047x^4 - 0{,}00417604x^3 - \\ -0{,}00003054x^2 + 0{,}00073616x + 0{,}00091272\ (R^2 = 0{,}9969).\end{aligned} \quad (1)$$

Для уравнения (1) величина достоверности аппроксимации R^2 = 0,9969, что говорит об тесной корреляционной зависимости. Числовые коэффициенты в (1) округлены до 8 знаков после запятой

От данных по тангенсу угла наклона tgα можно перейти к кривизне K образующей трубы посредством формулы

$$K(x) = \frac{d\text{tg}\alpha(x)}{dx}. \quad (2)$$

Следовательно, чтобы найти кривизну образующей трубы, нужно взять производную от функции тангенса угла наклона. Формула (2) применима для малых углов наклона α (α < 1°), которые и наблюдаются в проводимых экспериментах.

Взяв производную выражения (1), получим функцию кривизны образующей трубы

$$K(x) = 0{,}00899570x^4 - 0{,}00056188x^3 - 0{,}01252812x^2 - \\ -0{,}00006108x + 0{,}00073616. \quad (3)$$

Продольные изгибные $\sigma_{изг}$ напряжения рассчитываются по формуле

$$\sigma_{изг} = \frac{EDK}{2} \quad (4)$$

где D – наружный диаметр трубы, D = 325 мм; E – модуль Юнга, для стали E = 206000 МПа.

С помощью уравнений (3) и (4) запишем функцию изгибных напряжений

$$\sigma_{изг} = -301{,}13x^4 + 18{,}81x^3 + 419{,}38x^2 + 2{,}04x - 24{,}64. \quad (5)$$

На рисунке 2 представлен график зависимости изгибных напряжений $\sigma_{изг}$ от продольной координаты x, построенный при помощи выражения (5).

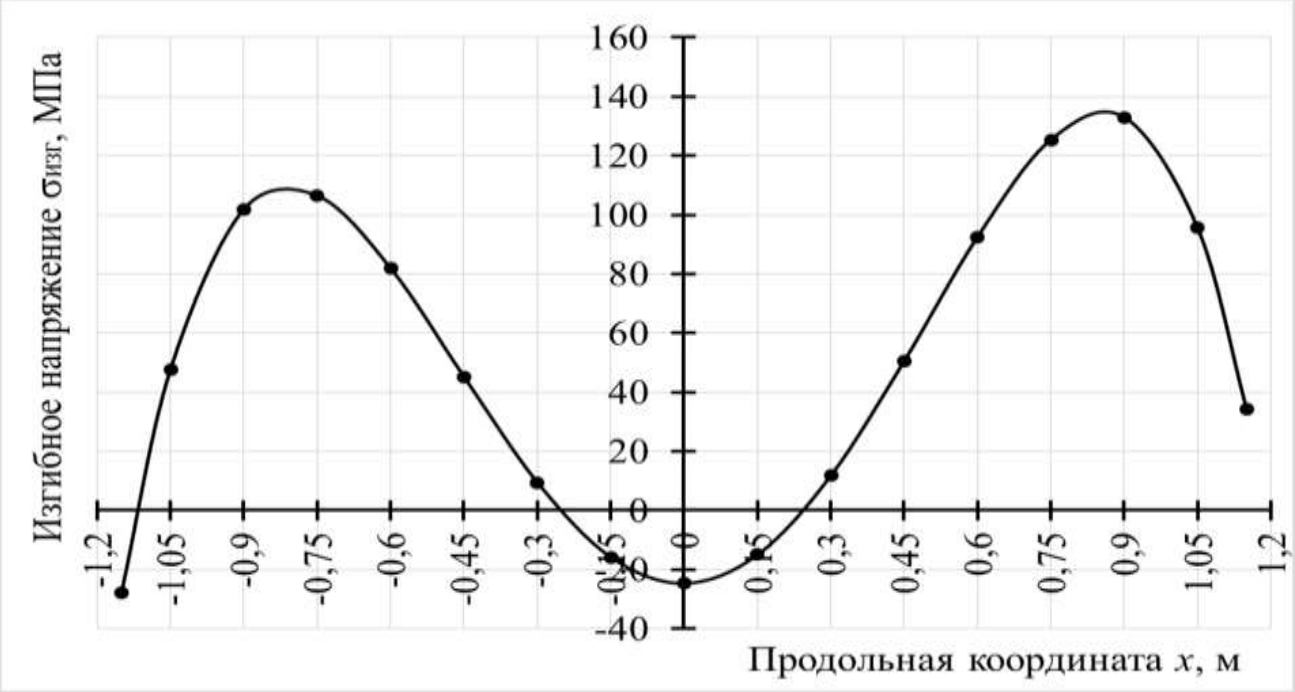


Рисунок 2 – График зависимости изгибных напряжений верхней образующей трубы от продольной координаты, полученный инклинометрическим методом

График на рисунке 2 несимметричен относительно точки x = 0, поскольку тип левой и правой опор разный. Этот график можно исследовать на наличие максимумов и минимумов. Максимум изгибных напряжений 133,03 МПа приходится на зону с координатой x = 0,9 м в правой части трубы.

В проведённых экспериментах труба изгибалась в вертикальной плоскости. Если плоскость изгиба трубопровода произвольна, тогда следует измерять уклон в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: вертикальной и горизонтальной. Тогда получим функции уклона трубы (мм / м) в вертикальной плоскости $У_в$ и горизонтальной плоскости $У_г$. Дифференцируя эти функции, найдём функции кривизны в вертикальной $K_в$ и горизонтальной $K_г$ плоскостях. Итоговая кривизна K определяется согласно выражению

$$K = \sqrt{K_в^2 + K_г^2}. \quad (6)$$

Затем пользуются формулой (4) для вычисления изгибных напряжений.

Выводы

Методом инклинометрии получили эпюры изгибных напряжений (см. рисунок 2) трубы лабораторного стенда наружного диаметра 325 мм. Максимум напряжений равен 133,03 МПа. Фактический коэффициент запаса прочности по пределу текучести составляет 350 / 133,03 = 2,63, что говорит о достаточной удалённости от стадии упругопластического деформирования материала трубы.

Библиографический список:

1. Агиней Р. В., Шкутов И. В. Применение инклинометрии для оценки напряженно-деформированного состояния стенок труб нефтегазопроводов внутритрубными инспекционными приборами // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2023. – № 1. – С. 161–176.
2. Шарафутдинов З. З., Урманчеев С. Ф., Капаев Р. А. Оценка готовности скважины к протаскиванию трубопровода при строительстве подводного перехода // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. – Т. 10. – № 5. – С. 470–478.
3. Игнатик А. А. Инклинометрические измерения в лабораторных условиях на трубопроводе для оценки его напряженно-деформированного состояния // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 4. – С. 78–82.

УДК 624.139

Анализ расположения термостабилизатора относительно сваи фундамента нефтепровода

Люосев В. В.
Научный руководитель - Лютоев А. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Вечномёрзлые грунты занимают северные регионы России, такие как Арктика, часть Архангельской области, Республика Коми и значительная часть Сибири. Эти районы имеют важное значение для экономики страны, так как на них сосредоточено более 80% запасов нефти и около 70% природного газа. В связи с этим возникает необходимость в эффективной транспортировке углеводородов в условиях Крайнего Севера и обеспечении надёжности транспорта.

При выборе метода прокладки трубопровода в северных регионах необходимо учитывать структуру грунта, специфические особенности методов строительства, а также температурные характеристики как грунта, так и транспортируемой среды.

Сезонное и многолетнее промерзание и оттаивание горных пород в сочетании с их составом сопровождаются пучением, осадкой, термокарстом, солифлюкцией и т.д., что осложняет обеспечение проектного положения трубопроводов и негативно сказывается на техническом состоянии их трассы.

На практике применяются подземная, надземная и наземная прокладка магистральных трубопроводов. Наибольшее предпочтение отдают надземному способу прокладки, так как он максимально соответствует идее наименьшей разработки грунта по трассе прокладки трубопровода.

При надземной прокладке МТ для сохранения теплового состояния грунтов применяют естественно-конвективные охлаждающие устройства. Наиболее простой конструкцией является одиночный вертикальный термостабилизатор, который состоит из испарителя и оребрённого конденсатора (рис. 1).

Испаритель представляет собой грунтовый теплообменник, в котором осуществляется процесс испарения жидкого хладагента. Это труба с закрытым нижним концом, которая закапывается в грунт на глубину, соответствующую глубине охлаждаемого массива.

Конденсатор обеспечивает теплообмен с внешней атмосферой, в результате чего хладагент переходит из газообразного состояния в жидкое [4].

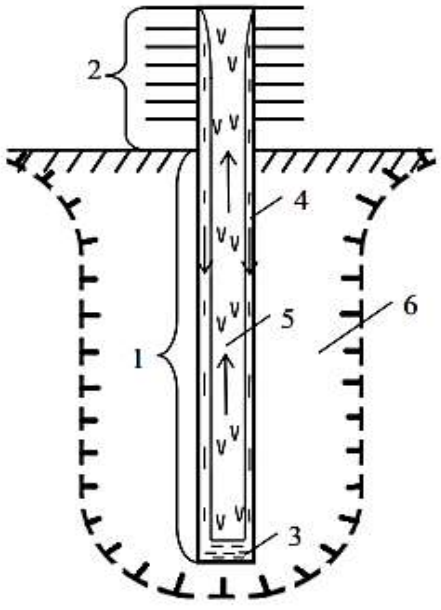
Функционирование термостабилизатора основано на конвекции легкокипящего вещества, вызванной естественной разностью температур охлаждаемого грунта и атмосферного воздуха. Жидкий теплоноситель, расположенный в подземной части устройства, испаряется и в виде пара поднимается в надземную часть, которая охлаждается атмосферным воздухом. При отдаче тепла воздуху теплоноситель конденсируется и стекает по стенкам испарителя в виде пленки. Испаряющаяся пленка конденсата охлаждает грунт, а ее оставшаяся часть стекает на дно термостабилизатора, где также испаряется [3].

Согласно [1], для изготовления свай применяют трубы из стали марки 09Г2С. Длина и толщина стенки труб, используемых для изготовления свай, определяется проектной документацией. Наружные диаметры и соответствующие им толщины стенок труб указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Размеры труб, применяемых при изготовлении свай

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
159	6; 7; 8
219	7; 8
273	8; 9
325	8; 9
426	9; 10; 12
530	10; 12
630	12; 14

*Примечание – Для изготовления свай допускается применение труб с толщиной стенки, отличной от указанной (но не менее 6 мм), при условии выполнения требований СП 24.13330.2011 (приложение В), СП 25.13330.2012 (приложение Ж) и обеспечения бездефектного погружения свай до проектных отметок.



1 – испаритель, 2 – конденсатор, 3 – жидкий теплоноситель (хладагент), 4 – пленка конденсата, 5 – парообразный хладагент, 6 – замороженный грунт

Рисунок 1 – Схема термостабилизатора

Задача расчёта теплообмена термостабилизатора с грунтом является симметричной, поэтому рассматривается прямоугольное сечение двумерной области (координаты r и z). Во всей расчётной области начальная температура задаётся как постоянная отрицательная величина: $T(r,z,0) = T^0$.

При моделировании теплопереноса в определённой области взаимодействие грунта с окружающей средой учитывается через условия, установленные на границах (рис.2).

На верхней границе расчётной области, которая соответствует поверхности земли, применяется граничное условие третьего рода [2]:

$$\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial z}\Big|_{z=0} = K_v\big(T - T_v(\tau)\big), \tag{1}$$

где K_v – коэффициент теплопередачи от поверхности грунта к воздуху;

T – температура грунта (функция вертикальной координаты z точек массива и времени τ);

T_v – температура воздуха (периодическая функция времени с периодом 1 год);

λ – коэффициент теплопроводности грунта (функция температуры).

На нижней границе расчетной области устанавливается нулевая плотность теплового потока:

$$\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial z}\Big|_{z=Z} = 0, \tag{2}$$

где Z – глубина нижней границы расчётной области.

Эта граница располагается достаточно далеко от верхней, чтобы не оказывать влияния на расчёт тепловых процессов.

На боковых границах расчётной области граничное условие имеет следующий вид:

$$\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r=R} = 0, \tag{3}$$

где R – радиус области.

Боковые границы также должны находиться достаточно далеко от интересующего участка.

На внешней границе испарителя устанавливается условие теплообмена с грунтом в виде граничного условия третьего рода:

$$\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r=r_s} = K_s(v)(T - T_v), \tag{4}$$

где $K_s(v)$ – коэффициент теплопередачи от воздуха в грунт через стенку термостабилизатора;

r_s – радиус термостабилизатора.

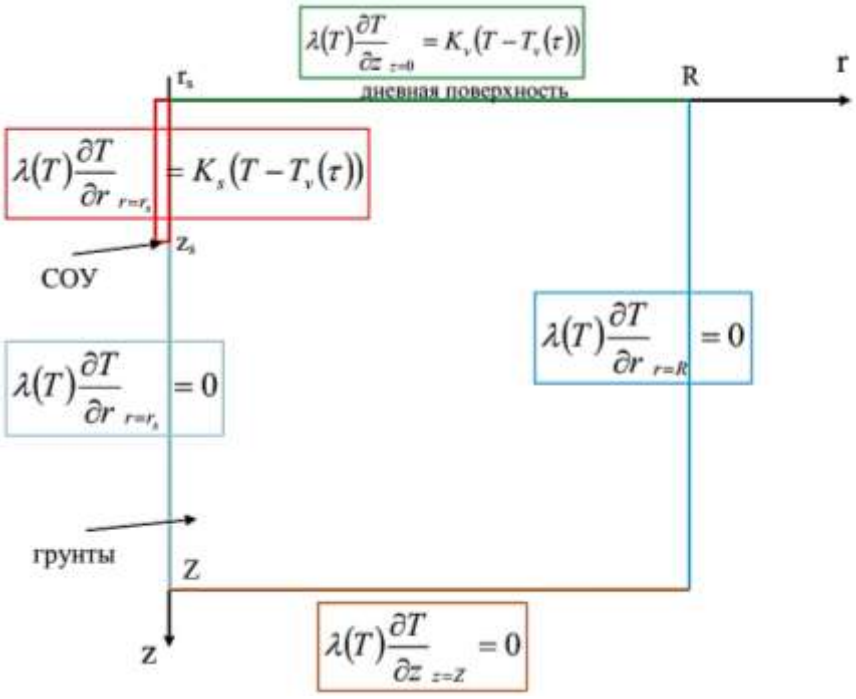


Рисунок 2 – Граничные условия для задачи теплообмена вертикального термостабилизатора с грунтом

Данную задачу можно решить с помощью метода конечных элементов. Область моделирования при этом покрывается расчётной сеткой.

Произведён расчёт теплообмена термостабилизаторов с грунтом в зависимости от их расположения относительно свай фундамента в программе Elcut. Исходные данные следующие:

1) Теплопроводность грунта $\lambda_{гр}$ = 1,33 Вт/(м·К), удельная теплоёмкость $C_{гр}$ = 820 Дж/(кг·К), плотность $\rho_{гр}$ = 1500 кг/м^3;

2) Теплопроводность стали 09Г2С $\lambda_{св}$ = 11,4 Вт/(м · К), удельная теплоёмкость $C_{св}$ = 470 Дж/(кг·К), плотность грунта $\rho_{гр}$ = 7850 кг/м^3 (для свай);

3) Теплопроводность стали 10Г2 $\lambda_{ТСт}$ = 203 Вт/(м · К), удельная теплоёмкость $C_{ТСт}$ = 920 Дж/(кг·К), плотность грунта $\rho_{ТСт}$ = 2700 кг/м^3 (для термостабилизаторов);

4) Сваи заполнены бетоном: теплопроводность бетона $\lambda_{б}$ = 1,5 Вт/(м · К), удельная теплоёмкость $C_{б}$ = 1000 Дж/(кг·К), плотность $\rho_{б}$ = 500 кг/м^3;

5) Хладагент – аммиак: теплопроводность аммиака $\lambda_{хл}$ = 0,026 Вт/(м · К), удельная теплоёмкость $C_{хл}$ = 2,244 Дж/(кг·К), плотность $\rho_{хл}$ = 0,86 кг/м^3;

6) Температура окружающего воздуха $T_о$ = -20 °С, начальная температура $T_н$ = -5 °С;

7) Коэффициент теплоотдачи от грунта к воздуху $\alpha_{гр-в}$ = 0,05 Вт/(м^2·К), от термостабилизатора к воздуху $\alpha_{ТСт-в}$ = 13 Вт/(м^2·К), от свай к воздуху $\alpha_{св-в}$ = 10 Вт/(м^2·К), от термостабилизатора к грунту $\alpha_{ТСт-гр}$ = 16 Вт/(м^2·К);

8) Диаметр сваи – 219 мм, толщина стенки 8 мм, надземная часть – 1 м, подземная часть – 4 м;

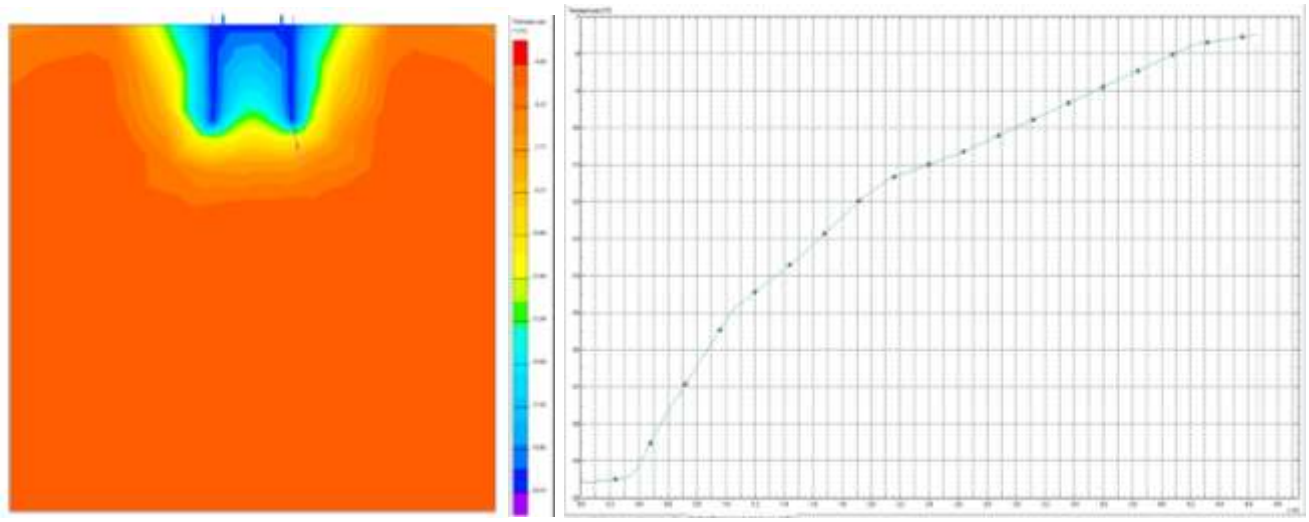
9) Диаметр термостабилизатора – 38 мм, толщина стенки – 3 мм;

10) Расчёт производится для 4 месяцев = 120 суток = 10000000 с.

Термостабилизаторы с длинами испарительной части 10 м и 8 м располагали на расстоянии 1, 2, 3 м от свай и между сваями. В результате численного решения задачи были получены картины температурного поля в моделируемой области для различных вариантов расположения ОУ относительно свай (рис. 3-10).

На рисунках видно, что с увеличением длины испарительной части термостабилизатора глубина замерзания грунта возрастает. Также можно заметить, что чем дальше термостабилизатор удалён от свай, тем шире область замораживания грунта.

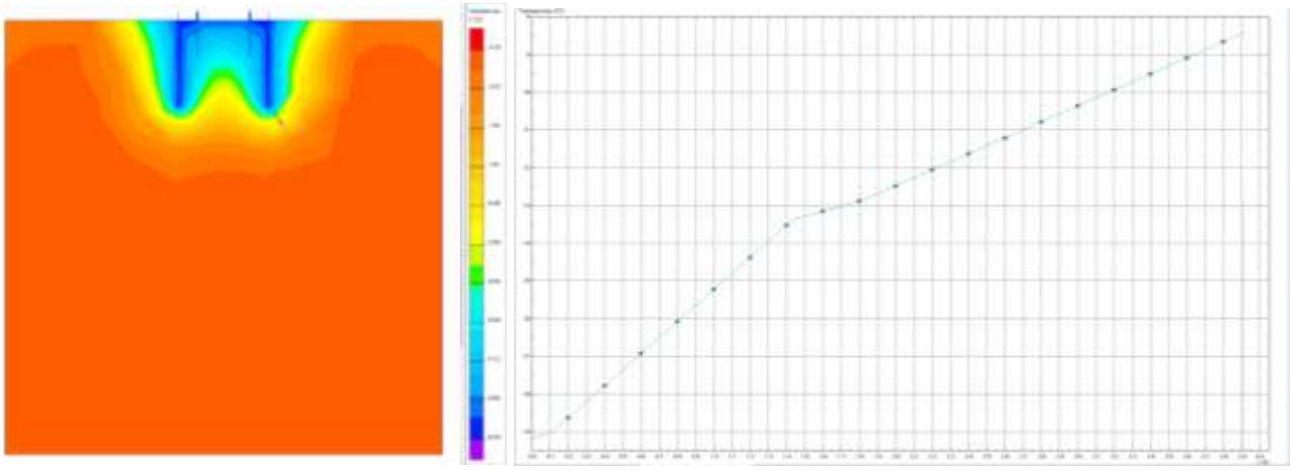
Таким образом, методом конечных элементов была решена задача теплообмена термостабилизаторов и свай с грунтом. Установлена зависимость ореола замерзания грунта от длины испарительной части и удаления термостабилизаторов от свай. Полученные результаты могут быть использованы для оценки прогнозирования температурного поля грунтов на весь срок эксплуатации сооружений.



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

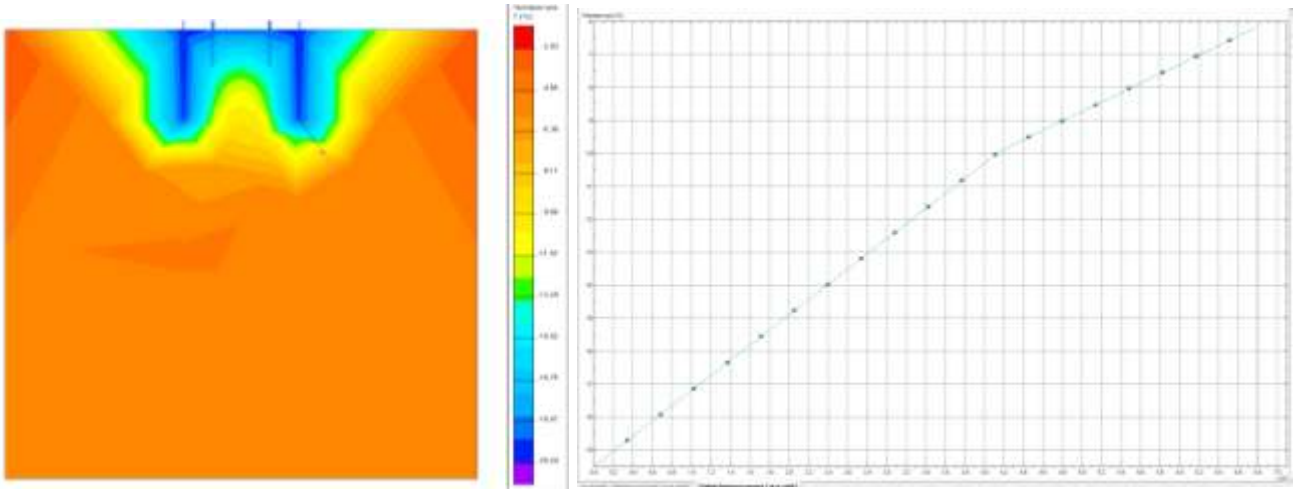
Рисунок 3 - Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 10 м, расположенных на расстоянии 1 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

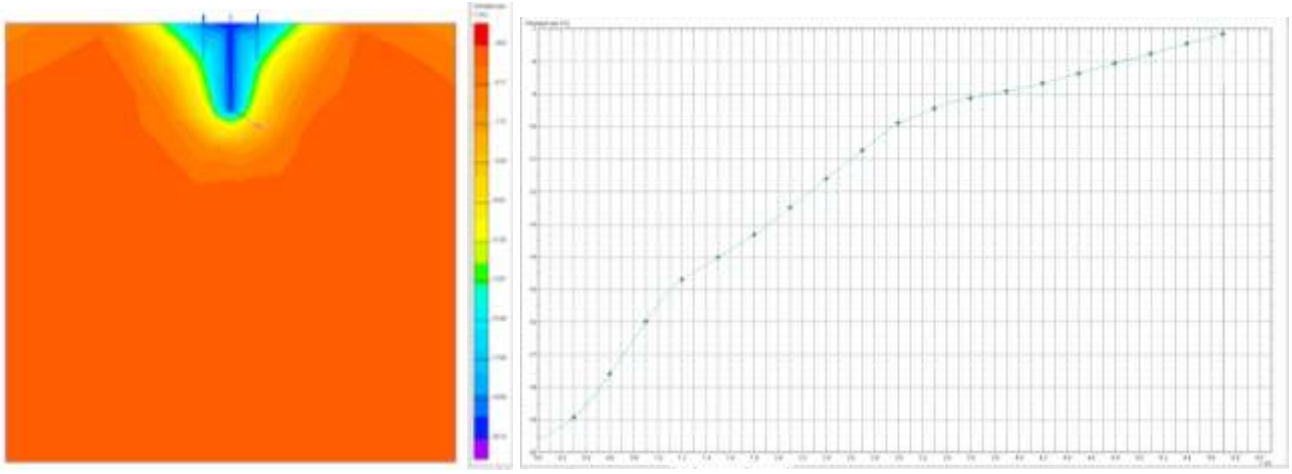
Рисунок 4 - Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 10 м, расположенных на расстоянии 2 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

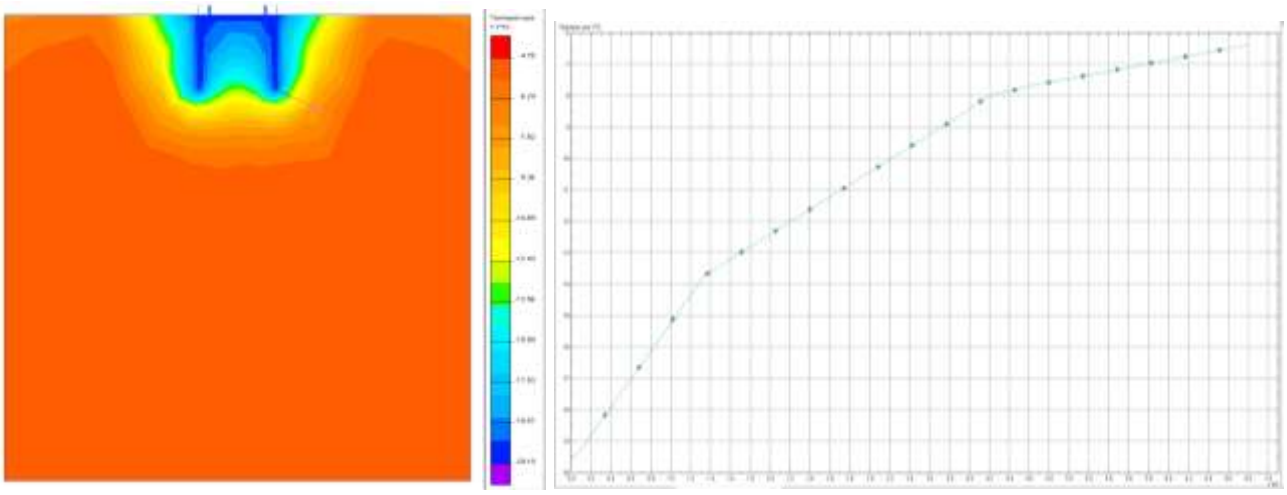
Рисунок 5 - Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 10 м, расположенных на расстоянии 3 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

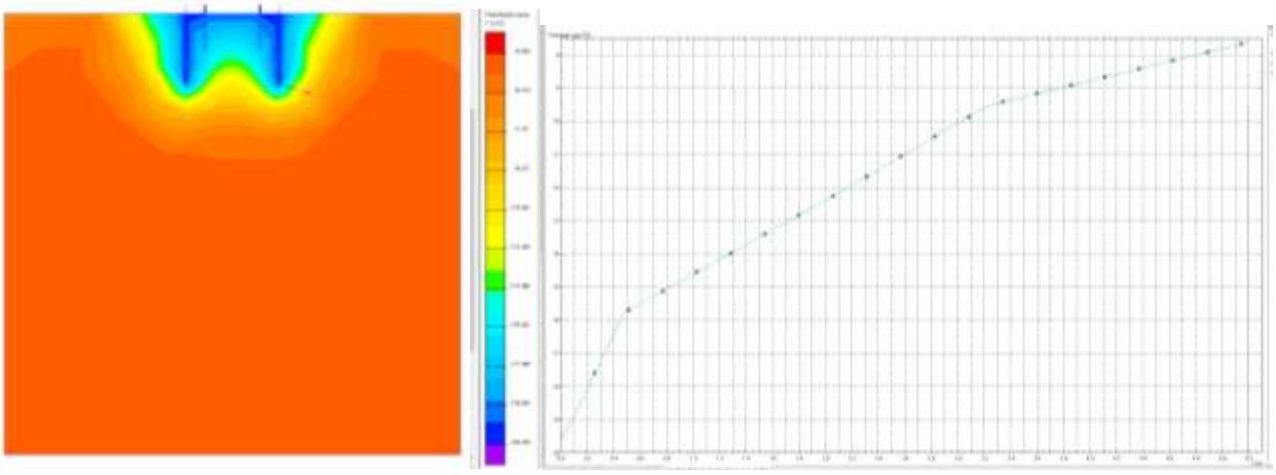
Рисунок 6 - Результаты расчёта для термостабилизатора с испарительной частью длиной 10 м, расположенного между сваями



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

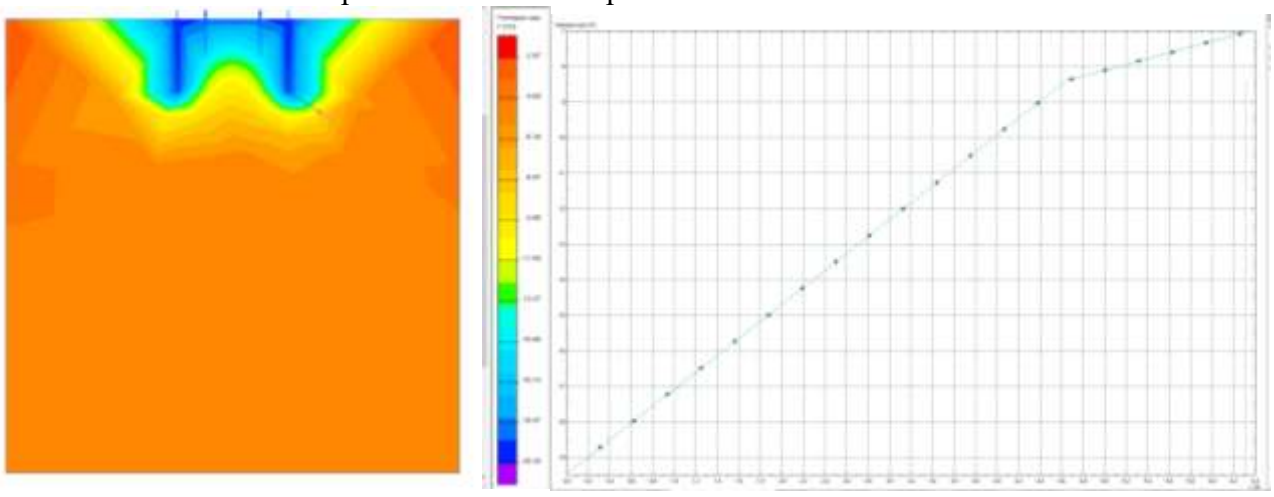
Рисунок 7 - Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 8 м, расположенных на расстоянии 1 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

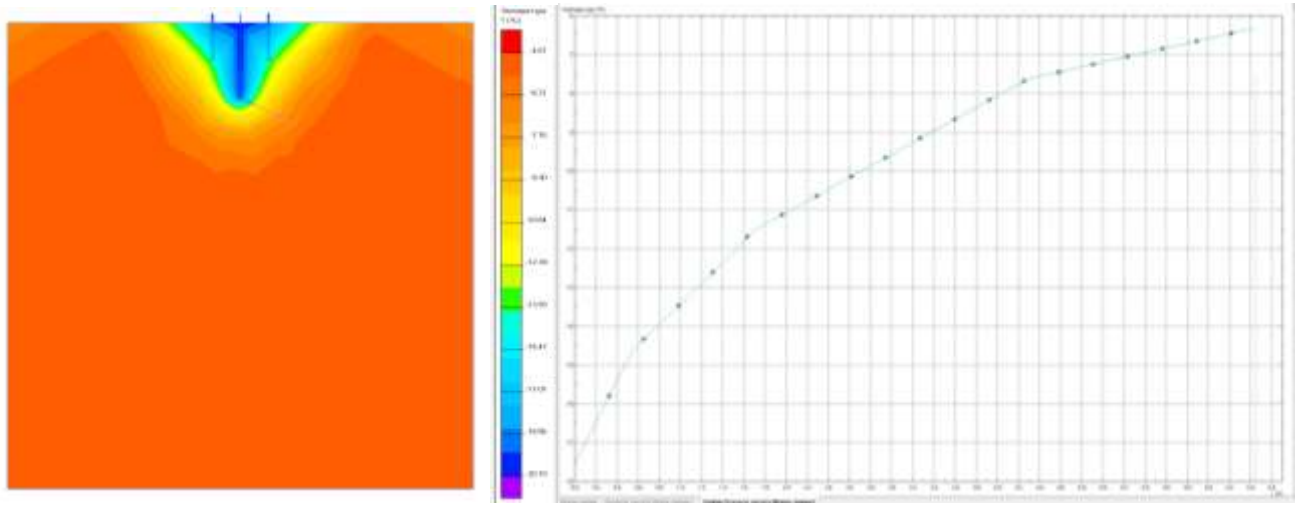
Рис. 8. Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 8 м, расположенных на расстоянии 2 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

Рис. 9. Результаты расчёта для термостабилизаторов с испарительной частью длиной 8 м, расположенных на расстоянии 3 м от свай



а б

а – температурное поле; б – график зависимости температуры от расстояния вдоль линии

Рисунок 10 - Результаты расчёта для термостабилизатора с испарительной частью длиной 8 м, расположенного между сваями

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 57991-2017 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Сваи стальные из труб, применяемые для устройства фундаментов под опоры трубопроводов надземной прокладки. Общие технические условия
2. Паздерин Д.С. Расчет промерзания грунта вблизи двух сезонно действующих охлаждающих устройств // Материалы XVIII научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы развития газовой промышленности Сибири-2014», Тюмень, 20-22 мая 2014.
3. Рекомендации по проектированию и применению в строительстве охлаждающих установок, работающих без энергетических затрат / ВНИИИС Госстроя СССР; Под. ред. Г.Н. Кузнецовой. – М., 1984. – 76 с.
4. Системы температурной стабилизации грунтов оснований в криолитозоне: актуальные вопросы исследований, расчетов, проектирования, производства, строительства, авторского надзора и мониторинга / НПО «Фундаментстройаркос»; науч. ред. Г.М. Долгих. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. – 217 с.

УДК 621.643.053

Оптимизация технологии сохранения природного газа при производстве плановых и аварийно-восстановительных работ с использованием мобильных компрессорных установок

Бурылов В. Е.
Научный руководитель – Семиткина Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В условиях современной интенсификации потребления газа необходима безостановочная работа трубопровода и поставка газа к потребителям. С улучшением надежности трубопроводов и их диагностики последовало сокращение аварий и соответственно сроков простоя трубопровода. Но несмотря на это возможность аварии не может быть полностью исключена. Для того чтобы при предупреждении и устранении аварий транспорт углеводородов не прекращался, а сам продукт при ремонте не стравливался в атмосферу вызывая этим экологический ущерб необходимо разработать инновационную и эффективную технологию перекачки газа во время ремонта в обход заменяемого участка.

Мобильная компрессорная станция уже получила обширное применение для сохранения природного газа, однако численность их значительно меньше в северных районах из-за труднодоступности доставки МКС к месту работу, климатических условий (дороги) и монтажа оборудования.

Мобильная компрессорная станции представляет собой комплекс основного и вспомогательного оборудования, а именно две мобильные компрессорные установки, в которых используется компрессор высокого давления LMF мощностью 695 кВт, газопоршневой двигатель Caterpillar мощностью 750 кВт и аппарат воздушного охлаждения, технологическую обвязку компрессорных установок. Шлейфы в составе комплекса, укомплектованные гибкими рукавами высокого давления, стальные трубопроводы общей протяженностью не менее 200 м, манифольды и запорную арматуру перевозит двухосный тентованный прицеп с бортовой платформой, входящий также в состав комплекса.

Перекачка газа с помощью МКУ осуществляется в три этапа:

1. Из МКУ и ее технологической обвязки вытесняется воздух путем продувки природным газом или азотом с последующим замещением азота природным газом. Вытеснение воздуха азотом осуществляют до достижения объемной концентрации кислорода не выше 2%, после чего азот замещают природным газом до достижения объемной концентрации кислорода в природном газе не выше 0,9%.

2. Технологическую обвязку МКУ заполняют природным газом до давления 2,0 МПа, проверяют герметичность фланцевых соединений, после чего производят дальнейший подъем давления природного газа во входном шлейфе, входном манифольде и в выходном шлейфе, выходном манифольде до величин, равных рабочим давлениям в выведенном из работы участке и в действующем участке газопровода соответственно.

3. После завершения работ по перекачке из МКУ и ее технологической обвязки сбрасывают остаточное давление природного газа до величины атмосферного давления. [1]

Таким образом, при помощи мобильной компрессорной станции выведен в ремонт действующий участок магистрального газопровода «Пунга–Вуктыл–Ухта–2» (3 нитка). При помощи МКС на участке было сохранено 2,7 млн. $м^3$ природного газа.

В данной работе исследуется возможность применения полимерных армированных труб для сокращения времени монтажа подводящего шлейфа от мобильной компрессорной станции к крановому узлу, а также обвязки МКУ, в следствии чего повыситься эффективность мобильной компрессорной станции.

Для увеличения скорости монтажа обвязки мобильной компрессорной станции и подключения к крановому узлу, можно применить полимерные армированные трубы, которые состоят из внутреннего слоя – лайнера, который изготавливается методом экструзии из полимерных материалов с t° транспортируемых сред от -60° до +115°С, армирующего слоя состоящего из кевларовых арамидных нитей , защитного слоя, который изготавливается методом экструзии из полимерных материалов в зависимости от температуры транспортируемых сред, греющего кабеля, теплоизоляционного слоя из пенополиуретановой изоляции и защитной оболочки для предотвращения нарушения целостности теплоизоляционного слоя и ухудшения его характеристик. Основной особенностью полимерных армированных труб заключается в их транспортировке и непосредственно монтаже, поскольку они достаточно упруги и могут поставляться в бухтах (барабанах в которых скручены полимерные армированные трубы) за счет чего увеличивается полезный объем, который может в себя вместить мобильная компрессорная станция, а также сократить время монтажа обвязки и подключения мобильной компрессорной станции, за счет уменьшения количества соединяемых деталей. Основные характеристики полимерных армированных труб – внутренний диаметр до 600мм, рабочее давление до 25 Мпа, температура рабочей среды до 115°С, температура окружающей среды до -60°С и максимальная длина одной нити в бухте составляет 300 метров.

Для подтверждения возможности применения, данного варианта, была построена модель стальной трубы, с одним из возможных вариантов соединения, а именно с разъемным соединением полимерной армированной трубы в автокаде, а затем перенесена в программу ANSYS, в которой данная модель была нагружена давлением 7,7 МПа с зафиксированными краями труб и стандартной гравитацией, чтобы понять, как поведет себя труба при данных параметрах.

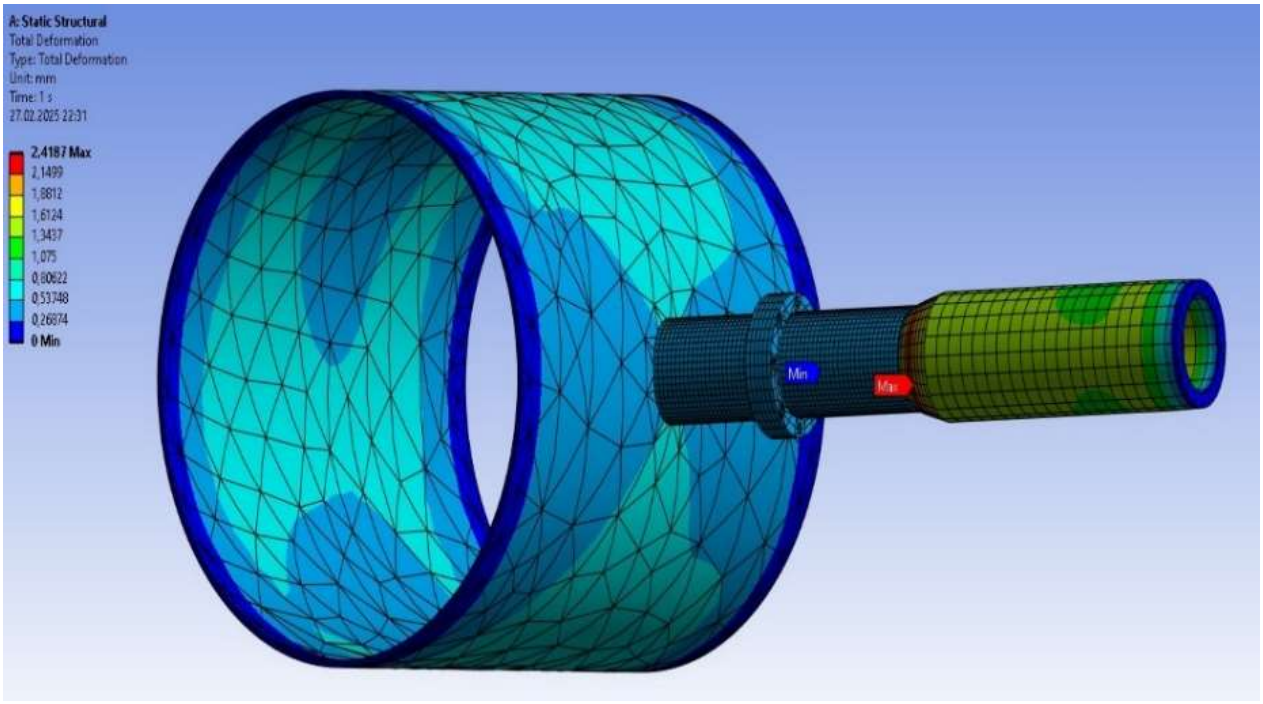


Рисунок 1 – Моделирование в программе ANSYS

После нагружения в месте соединения стальной трубы с полимерной была обнаружена максимальная деформация до 2,4 мм. Рассмотрим более подробно место соединения, в котором были взяты пробы в месте максимальных деформаций по часовой ориентации в 12 точках. На рисунке 2 и 3 можно увидеть, что максимальная деформация варьируется от 2,14 мм и 2,4 мм, что соответствует нормальному распределению и является стандартной для данного вида труб с давлением 7,7 МПа. При увеличении давления до 25 Мпа деформации возникаемые в стенке трубы являются критическими и могут привести к разрыву.

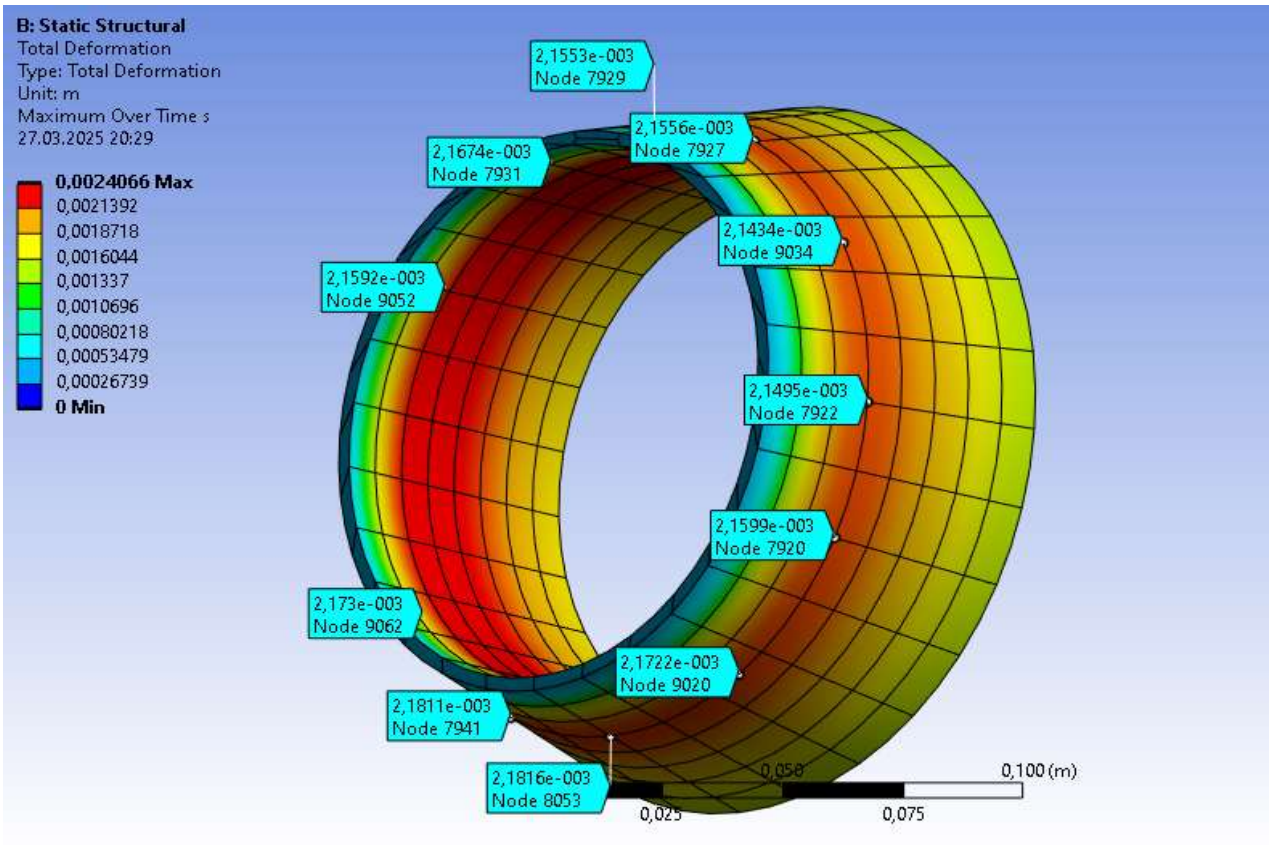


Рисунок 2 – Деформация в месте разъемного соединения

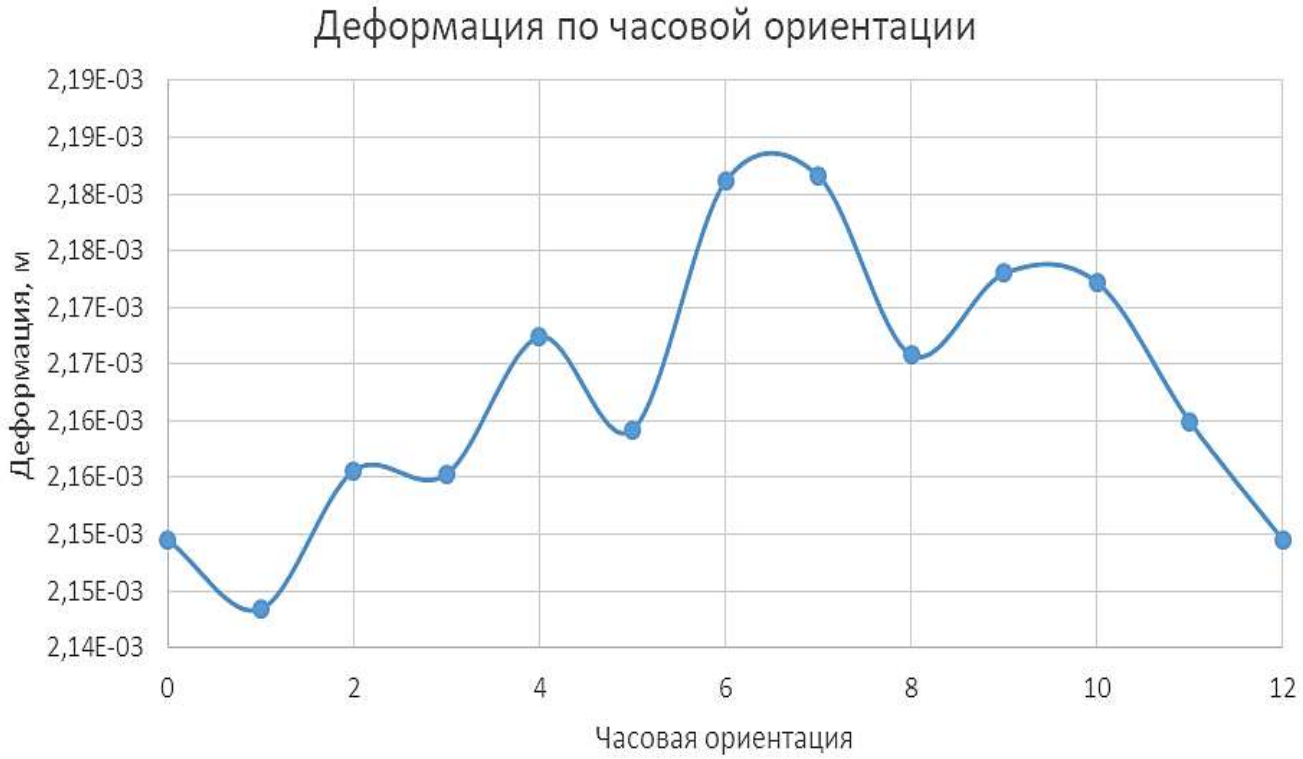


Рисунок 3 – График деформации по часовой ориентации

Вследствие чего, нет оснований отвергать возможность применения полимерных армированных труб в составе мобильных компрессорных станций с рабочими давлением 7,7 МПа, что позволит сократить время монтажа подводящего шлейфа и обвязки МКУ, тем самым увеличив эффективность мобильной компрессорной станции. А также повысить эффективность использования энергоресурсов и сократить выбросы парниковых газов, что соответствует политике ПАО «Газпром» в области энергоэффективности и энергосбережения.

В результате проведенного анализа изучены технологические процессы мобильной компрессорной станции, обеспечивающие их функционирование. Установлено, что МКС востребованы при проведении ремонтных работ на газопроводах, для оперативной перекачки газа в случае аварий и в качестве временных решений на удаленных объектах газовой инфраструктуры.

Проанализированы различные подходы к использованию МКС для минимизации потерь природного газа. Выявлены наиболее эффективные стратегии, включающие оперативное развертывание оборудования и перекачку газа из поврежденных участков газопроводов.

Исследованы свойства полимерных армированных труб и оценена целесообразность их применения в составе МКС. Установлено, что ПАТ обладают высокой прочностью, устойчивостью к коррозии и небольшим весом, что делает их перспективным материалом для создания мобильных и гибких трубопроводных систем, используемых в составе МКС. Внедрение ПАТ может повысить эффективность и оперативность развертывания МКС на различных объектах.

Выводы

Таким образом, исходя из области распространения и направления развития МКС при производстве плановых и аварийно-восстановительных работ, можно сделать вывод, что использование технологии полимерных армированных труб является важным направлением и будет способствовать повышению энергетической эффективности, сокращению трат ресурсов и улучшению экологической устойчивости в сфере использования природного газа, за счет оптимизации сроков проведения строительно-монтажных работ, простой технологии подключения к газопроводу и создания временных трубопроводов, а также за счет увеличения срока службы из-за высокой стойкости к агрессивным средам и отсутствия коррозии трубопроводной обвязки МКС.

Библиографический список:
1. ГОСТ 34070-2017. «Система газоснабжения. Магистральная трубопроводная транспортировка газа. Мобильная компрессорная станция. Технические требования.» – М.: Межгосударственный стандарт, 2018.

УДК 621.642.86

Сравнительный анализ и совершенствование технологий улавливания и рекуперации паров углеводородов

Савин В. В., Мамонтов А. Р., Сивкова Е. Р.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В современном мире важнейшей задачей становится оптимизация технологических процессов. Так, в нефтяной промышленности, одной из ключевых проблем является борьба с потерями нефти и нефтепродуктов от испарения. С момента добычи до непосредственного использования, нефтепродукты подвергаются более 20 операциям налива и опорожнения из различных емкостей, при этом 75 % потерь происходит от испарений и только 25 % — от аварий и утечек. Сокращение количественных и качественных потерь нефти и нефтепродуктов в значительной степени позволяет снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, а также повысить экономическую эффективность предприятия.

При решении проблемы сокращения потерь от испарения и выбросов в атмосферу, перед проектирующими и эксплуатирующими организациями встает вопрос выбора способов и средств сокращения потерь, поэтому внедрение специализированных установок по рекуперации паров углеводородов (УВ) является актуальной задачей.

Целью данной работы является повышение надежности и эффективности применения средств снижения сокращения потерь нефти и нефтепродуктов путем сравнительного анализа и совершенствования технологий улавливания и рекуперации паров углеводородов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ источников в области существующих технологий существующих технологий улавливания и рекуперации паров УВ;
2. Выполнить поиск и анализ объектов интеллектуальной собственности в области технологий рекуперации паров УВ и выявить наиболее эффективное решение;
3. Усовершенствовать конструкцию выбранной установки рекуперации паров УВ и разработать ее 3D модель;
4. Оценить эффективность возможного применения модернизированной установки путем моделирования процесса ее работы в COMSOL;
5. Сформулировать выводы.

Традиционные средства сокращения потерь нефти и нефтепродуктов (диски–отражатели, газоуравнительные системы, понтоны, плавающие крыши) во многих случаях либо неприменимы, либо малоэффективны. Наиболее полное решение проблемы сокращения потерь и выбросов в атмосферу, предоставляют установки рекуперации паров. Установки рекуперации паров (УРП) являются эффективным техническим средством для снижения потерь от испарения при технологических операциях и хранении углеводородных жидкостей и в настоящее время получают все большее распространение в условиях производства. В зависимости от технологии рекуперации, реализованной в УРП, их разделяют на адсорбционные, абсорбционные, конденсационные (компрессионный и криогенный способы), мембранные и комбинированные, каждые из которых имеют свои преимущества и недостатки, представленные в таблице 1.

В ходе проведения исследования был проведен сравнительный анализ недостатков существующих способов улавливания и рекуперации паров углеводородов по различным критериям оценки (табл. 2). Наиболее перспективными способами являются абсорбционный и адсорбционный. Они более экономичные по сравнению с криогенным и мембранным способом, а также обладают высокой степенью очисти в сравнении с компрессионным способом.

Таблица 1 – Анализ характеристик существующих УРП различных видов

Тип технологии УРП	Суть	Достоинства	Недостатки
Криогенный	Охлаждение паровоздушной смеси (ПВС) без изменения давления до конденсации углеводородов в жидкую фазу.	Высокая противопожарная безопасность при работе установки; высокая степень очистки (до 99 %); возможно улавливания УВ групп C_1–C_4; непрерывность процесса очистки ПВС.	Ограниченная пропускная способность теплообменного аппарата (ТА) – до 2000 м^3/ч; риск разрушения труб ТА из–за загрязнений и обморожения; необходимость в хладагенте; сезонность; требуется под–готовленный персонал; стоимость затрат выше стоимости получаемого конденсата.
Компрессионный	Сжатие паров УВ с последующим охлаждением до температуры окружающей среды и конденсации паров.	Простота конструкции; степень очистки (до 80 %); непрерывность процесса очистки.	Высокие затраты на э/э ввиду применения компрес–сорной установки; опасность смесей, содержащих O_2; требуются дополнительные затраты на заполнение резервуаров инертным газом и специальная аппаратура для согласования поступающего потока ПВС из резервуара и производительности компрессора.
Мембранный	Улавливание и селекция определенных видов УВ путем создания перепада давления за стенкой мембраны (вакуум) и перед ней (избыточное).	Высокая безопасность и степень очистки ПВС при определенном составе УВ (до 91%).	Малая пропускная способность (до 700 м^3/ч); низкие степени очистки и улавливания ввиду селективного отбора органических соединений; повышенные затраты на э/э; медленный процесс восстановления (очистки) мембран; мембраны – редко доступный и дорогой вид оборудования.
Абсорбционный	Процесс поглощения числа молекул УВ жидкостью.	Высокая пропускная способность (3000–100000 м^3/ч) и степень очистки (95–98 %); значительный диапазон улавливаемых УВ (C_3–C_4); высокая противопожарная безо–пасность при работе УРП; непрерывность процесса очистки ПВС.	Значительные габариты установки; необходимость дополнительной емкости для абсорбента; зависимость от погодных условий; высокие затраты на э/э и стоимость оборудования.
Адсорбционный	Поглощение молекул газообразной среды поверхностным слоем твердого тела.	Высокая пропускная способность (400–15000 м^3/ч) и степень очистки (95–98 %); значительный диапазон улавливаемых УВ (C_1–C_4); независимость от погодных условий; непрерывность процесса очистки ПВС.	Высокая чувствительность к составу ПВС; дополнительные затраты на регенерацию адсорберов; повышенные меры противопожарной безопасности; высокая стоимость оборудования и затраты на э/э; большие габариты установки.

Таблица 2 – Сравнительный анализ недостатков существующих способов улавливания и рекуперации паров УВ

Тип технологии УРП	Критерии оценки недостатков											Количество недостатков
	Высокая степень очистки	Высокая стоимость оборудования	Наличие обученного персонала	Дополнительное оборудование	Затраты на э/э	Дополнительные затраты	Пропускная способность УРП	Работоспособность в зимний период	Противопожарная безопасность	Компактность УРП	Непрерывность очистки	
Криогенный	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	**4**
Компрессионный	–	+	+	–	–	–	+	+	–	+	+	**5**
Абсорбционный	+	–	+	+	–	–	+	–	+	–	+	**5**
Адсорбционный	+	–	+	–	–	+	+	+	–	–	+	**5**
Мембранный	–	–	+	–	–	+	–	–	+	+	–	**7**

Таблица 3 – Патентный поиск в области существующих способов улавливания и рекуперации паров УВ

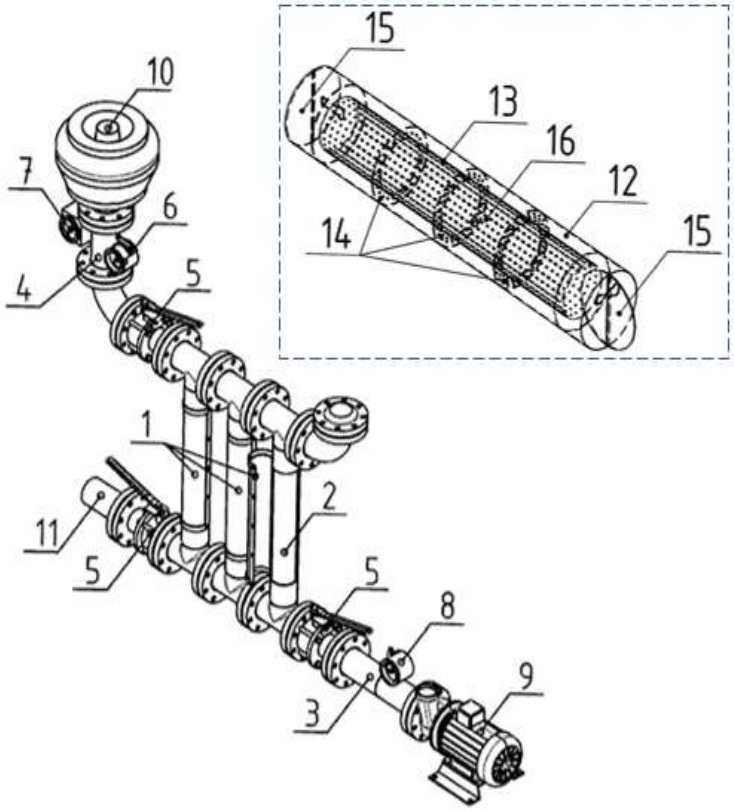
Номер патента	Название патента	Преимущества	Недостатки
RU 2588209	Установка по рекуперации углеводородных паров	Увеличение мощности установки без прерывания основного производственного цикла; компактность установки и простота ее обслуживания; не требуется система охлаждения адсорбента; высокая степень очистки и улавливания.	Не в полном объеме решен вопрос по отведению тепла при адсорбции.
RU 2750595	Система и способ рекуперации паров	Высокая производительность установки и степень очистки и улавливания ПВС.	В зимний период может работать нестабильно; громоздкость исполнения; необходимость в абсорбенте.
RU 2645540	Установка улавливания и рекуперации углеводородных паров	Высокая степень очистки и улавливания ПВС; предвари–тельное обезвоживание УВ паров; две ступени абсорбции в одном корпусе.	В зимний период может работать нестабильно; сложность в обслуживании; громоздкость исполнения; долгий процесс восстановления.
RU 2657445	Блочно–комплектная абсорбционная установка улавливания легких фракций углеводородов	Все достоинства данной установки связаны с применением криогенного блока.	Требуется хладагент; в зимний период может работать нестабильно; сложность в обслуживании; громоздкость исполнения; долгий процесс восстановления.

В результате анализа и сравнения способов улавливания и рекуперации паров, наиболее оптимальными по совокупности всех рассматриваемых показателей являются криогенные, компрессионные, адсорбционные и абсорбционные установки. Криогенный способ при всех своих достоинствах имеет серьезный недостаток – расход хладагента. Чем выше пропускная способность установки, тем значительнее будут затраты на хладагент и электроэнергию. Данный способ рекомендуется применять только на небольших объектах с малой пропускной способностью. Компрессионная установка ввиду возможности образования взрывоопасных концентраций из–за повышенного давления, создаваемого в компрессорах, имеет ограниченное время работы из–за высоких требований пожарной безопасности. Вследствие чего степень улавливания данных установок находится на очень низком уровне. У каждой из установок абсорбционного и адсорбционного типа есть свои собственные достоинства и недостатки, которые ранее были рассмотрены ранее.

Для достижения наибольшего результата в области улавливания и рекуперации паров УВ, их используют совместно, в результате, данная конструкция нивелирует часть недостатков и совмещает в себе основные преимущества каждого способа. Установка данного типа обладает универсальностью, а ее применение возможно, как на малых, так и на крупных объектах ввиду широкого диапазона подач ПВС. По сравнению с абсорбционным типом, диапазон улавливаемых углеводородов увеличивается за счет включения фильтров тонкой очистки, а также применения замкнутого контура десорбции.

Однако и у данного типа установок есть ряд недостатков, которые могут быть устранены при помощи различных модификаций конструкции. В процессе данного исследования был выполнен поиск патентов в области технологий улавливания и рекуперации паров УВ (табл. 3). Каждый из этих патентов имеет свои собственные достоинства и недостатки.

Произведя анализ всех изобретений, было выявлено наиболее рациональное и технически совершенное решение – адсорбционная УРП модульного типа (рис. 1).



1 колонны
2 картридж
3 входной патрубок
4 выходной патрубок
5 запорная арматура
6 моновакуумметр
7 датчик допустимой концентрации
8 манометр
9 насос
10 вентилятор (для создания вакуума)
11 дополнительный выходной патрубок
12 внешняя оболочка
13 внутренняя оболочка
14 соединительные перегородки
15 запорный механизм (герметичный затвор)
16 адсорбер (активированный уголь)

Рисунок 1 – Адсорбционная УРП модульного типа

Данная установка отличается от известной тем, что содержит вертикально расположенные колонны с находящимися внутри них сменными картриджами. Применение заявляемой конструкции УРП имеет ряд существенных преимуществ:

– позволяет сократить время замены адсорбента и за счет герметичности картриджей, которая обеспечивает полную безопасность и отсутствие испарения уловленных УВ в процессе замены, а также транспортировки, производить замену использованных сменных картриджей максимально быстро и безопасно;

– обеспечивает минимизацию размеров и упрощение конструкции УРП, избавившись от большого количества дополнительно входящих в нее устройств;

– унифицирует все входящие в установку узлы для возможности ее монтажа как на нефтехранилищах, так и на автозаправочных станциях;

– за счет универсальности модульного исполнения позволяет повысить мощность установки без прерывания основного производственного цикла в 2–3 раза по сравнению с существующими установками, ускорить процесс ее монтажа, а также оптимизировать производственный цикл рекуперации;

– способствует улучшению экологической ситуации, не нанося существенного вреда окружающей среде (около 95% активированного угля используется при очистке воздуха);

Таким образом, заявляемая установка по рекуперации УВ паров позволяет решить целый спектр существующих проблем.

Процесс адсорбции непосредственно связан с выделением тепла, что обуславливает необходимость улучшения теплопередачи. Для повышения эффективности теплообмена целесообразно разместить ребра на поверхности обечайки колонны. Конструкция самой колонны и ребер, а также их параметры представлены на рисунке 2. В качестве материала для ребер был выбран алюминий, так как его теплопроводность значительно выше, чем у стали.

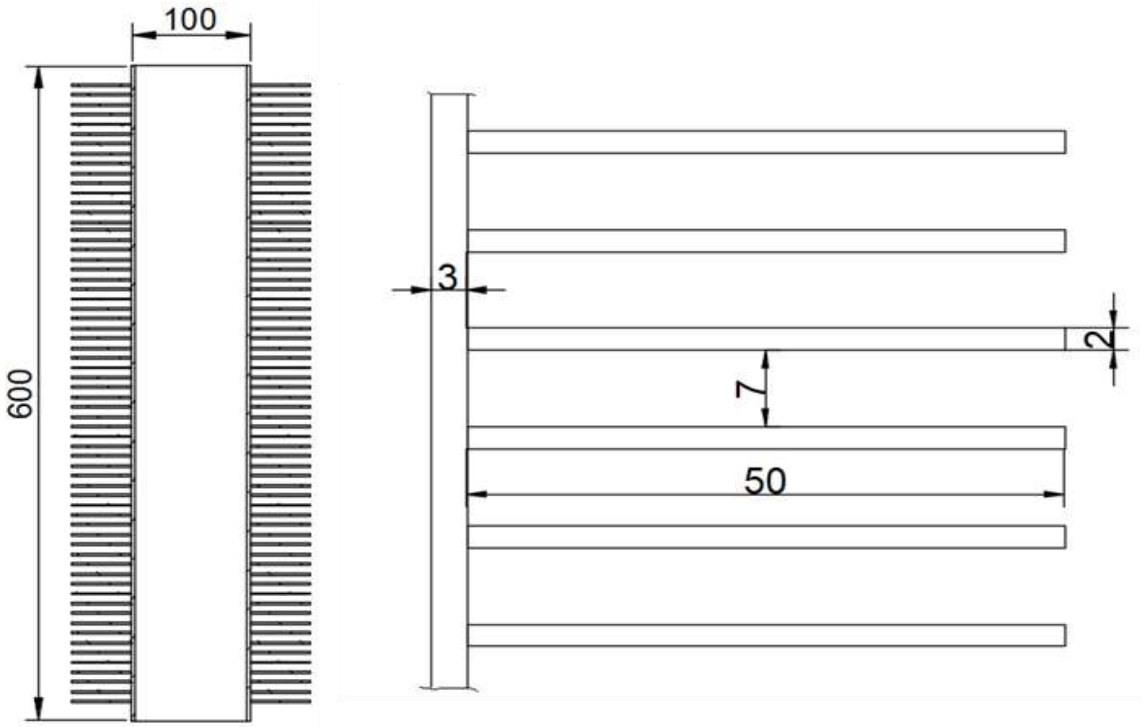


Рисунок 2 – Геометрия оребрения стенки колонны

Для оценки изменения температуры на выходе из колонны с оребрением и без него был выполнен расчет с использованием программы COMSOL Multiphysics. Исходные данные для расчета представлены в таблице 4. Стоит отметить, что в рамках данного исследования было сделано определенное упрощение – отсутствие пористой среды.

Результаты расчета показали, что температура на выходе из колонны без оребрения составляет 33,96 °С, тогда как в колонне с оребрением она равна 22,25 °С (рис. 3). Эти данные подтверждают, что колонна с оребрением обладает более высокой эффективностью. Такое решение позволяет снизить риски перегрева активированного угля, увеличить его срок службы, а также улучшить процесс адсорбции, что, в свою очередь, ведет к повышению КПД установки.

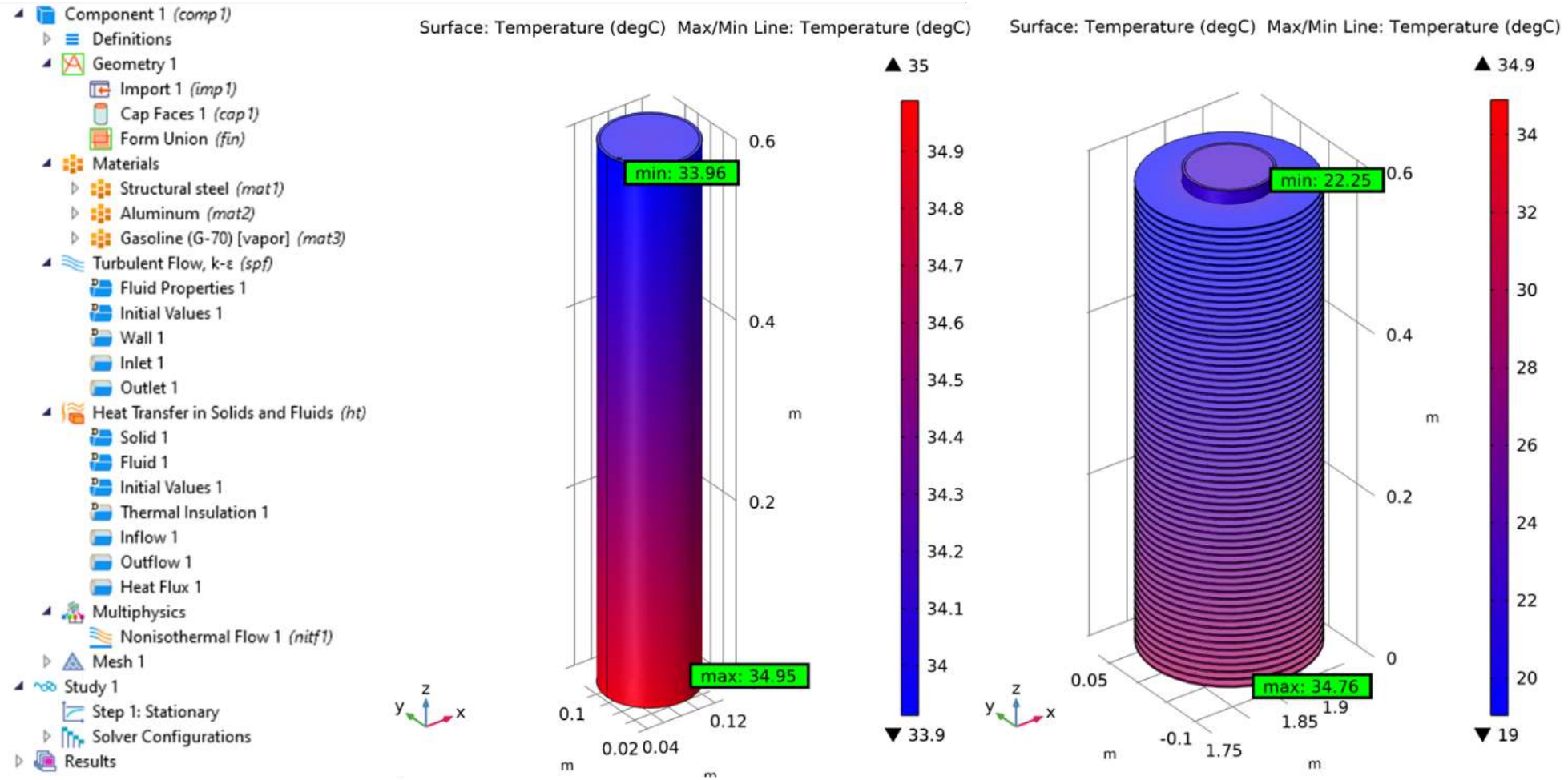


Рисунок 3 – Сравнение эффективности колонн УРП без оребрения и с оребрением

Таблица 4 – Патентный поиск в области существующих способов улавливания и рекуперации паров УВ

Параметры	Значение
Температура окружающего воздуха, ºС	0
Скорость ветра, м/с	3
Температура на входе в колонну, ºС	35
Плотность паров бензина, кг/м^3	2,75
Скорость паров бензина в колонне, м/с	3
Теплопроводность стали, Вт/(м · К)	44,5
Теплопроводность алюминия, Вт/(м · К)	238
Режим течения	турбулентный

В ходе проведенного исследования можно сформулировать выводы:

1. По результатам анализа открытых источников в области существующих технологий улавливания и рекуперации паров УВ были выявлены наиболее эффективные и перспективные подходы;

2. Благодаря проведенному сравнительному анализу технологий улавливания и рекуперации паров УВ выявлены основные преимущества и недостатки каждого метода;

3. В результате анализа объектов интеллектуальной собственности в области технологий рекуперации паров УВ было выбрано наиболее высокоэффективное решение;

4. Ввиду предложенного рационального предложения усовершенствована конструкция выбранной установки и разработана ее 3D модель;

5. В следствие проведенного расчета путем моделирования процесса работы модернизированной установки в ПК COMSOL полученные результаты показали, что температура на выходе из колонны с оребрением будет ниже, чем в колонне без оребрения, что способствует снижению рисков перегрева активированного угля, увеличивает его срок службы, улучшает процесс адсорбции и в итоге приводит к повышению коэффициента полезного действия установки.

Библиографический список:

1. Трофимов А.В. Сравнительный анализ существующих способов и установок улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов / А.В. Трофимов, И.Н. Булавин, Л.Б. Садыков, И.К. Лебедев. – Москва: Мир науки, 2014 г.

УДК 621.6.034

Изучение статического напряжения сдвига образцов парафиноотложений на стенках МН «Уса – Ухта» для моделирования образования АСПО

Тюнькин А. Б.
Научный руководитель – Некучаев В. О.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Современный этап развития нефтяной промышленности России сопровождается ухудшением качественных характеристик сырьевой базы. В структуре разрабатываемых месторождений возрастает количество объектов, перешедших на завершающие стадии эксплуатации, что приводит к существенному ухудшению их технологических параметров. Большинство нефтей России являются высокопарафинистыми, особенно они распространены в Волго-Уральском, Западно-Сибирском и Тимано – Печорском нефтяном бассейне. Перекачка парафинистой и высокопарафинистой нефти по магистральным нефтепроводам и

транспортировка их в цистернах и танкерами затруднена. Эти трудности связаны с тем, что при понижении температуры они характеризуются аномальной вязкостью и статическим напряжением сдвига. При этом на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования (труб, резервуаров, цистерн и др.) происходит образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). Осаждение АСПО на рабочих поверхностях нефтепромыслового оборудования ведет к снижению пропускного диаметра трубопровода, увеличению давления перекачки в трубопроводе, повышенному износу перекачивающих насосов. Нефтедобывающие компании вынуждены останавливать добычу и проводить профилактические работы по удалению АСПО и внеплановые ремонтные работы, что, в конечном счете, ведет к снижению добычи за время простоя, удорожанию нефти. Кроме того, при низких температурах такая нефть характеризуется тиксотропией, аномалией вязкости и другими особенностями, затрудняющими их транспортировку по трубопроводам. Для выяснения строения смол и фракций асфальтенов используется ИК спектроскопия.

Возможность моделирования появления АСПО, их свойств и качеств является одной из приоритетных задач в области трубопроводного транспорта, что особенно актуально для регионов с пониженной среднегодовой температурой. При транспортировке высокопарафинистой нефти даже незначительное понижение температуры потока, особенно в области температур выпадения парафиновых углеводородов, приводит к существенному повышению потерь напора на трение и соответствующему росту энергетических затрат на перекачку нефти. В последние годы наблюдается увеличение доли высокопарафинистой нефти ПСП «Чикшино» в основном потоке магистрального нефтепровода «Уса-Ухта», эксплуатируемого компанией «Транснефть – Север». В будущем, эта тенденция будет сохраняться. Эти факторы крайне негативно влияют на процесс добычи и транспортирования нефти, поэтому данный вопрос является актуальным для исследований с целью улучшения отечественной нефтяной промышленности.

С целью борьбы с данными осложнениями при транспортировке ВПН применяются различные методы. Наиболее распространённым является применение химических методов, а именно депрессорных присадок. Транспорт высокопарафинистых нефтей в смеси с высокосмолистыми тяжелыми нефтями и введением депрессорных присадок применяется на магистральных нефтепроводах Уса-Ухта и Ухта-Ярославль общей протяженностью более 1500 км с 1975 года по настоящее время.

Цель исследования состоит в изучении показателя статического напряжения сдвига образцов парафинистых нефтей и АСПО из МН «Уса – Ухта» для прогнозирования влияния подкачек высокопарафинистой нефти ПСП «Чикшино», а также для численного моделирования образования АСПО на стенках МН. Основные задачи исследования:

1. Измерение объективных значений статического напряжения сдвига (предела текучести) с помощью ротационного реометра с контролируемой скоростью сдвига для смеси нефтей ПСП «Чикшино» и ГНПС «Уса» в различных концентрациях при диапазоне температур 0 - 20°С.

2. Анализ массива данных измерений статического напряжения сдвига, температуры застывания и содержания парафинов для нефтей, транспортируемых по МН «Уса – Ухта», и выявление возможных корреляций изменения этих параметров за 2013 – 2024 гг.

3. Исследование процессов парафинизации магистрального нефтепровода, математическое моделирование образования асфальтосмолопарафиновых отложений в магистральном нефтепроводе.

Объектами исследования являются модельная смесь, предполагающая увеличение доли нефти ПСП «Чикшино» в итоговой транспортируемой нефти и пробы АСПО с магистрального нефтепровода «Уса-Ухта» датированные 28 января 2025 года.

Нефти Усинского и Чикшинского месторождений обладают выраженными аномальными свойствами (таблица 1).

Так нефть с ГНПС «Уса» является парафинистой (содержание парафинов до 9%), а нефть с приёмо-сдаточного пункта п. Чикшино является высоковязкой (вязкость при 20°С до 700 мПа·с). Также существуют месторождения нефтей, характеризующихся более высоким содержанием парафинов (15 – 18 %) и высокой температурой застывания (до +28°С).

Предмет исследования: реологические параметры, определяющие текучесть нефти, энергию эффективности, безопасность в широком диапазоне температур.

Таблица 1 – Свойства нефтей, транспортируемых по МН «Уса-Ухта»

Наименование	ГНПС «Уса»	ПСП «Чикшино»
Плотность при 20 °С, кг/м^3	868,2	826,2
Вязкость динамическая при 20 °С, мПа·с	24,7	264,2
Содержание парафина, % масс.	6,3	>15
Содержание асфальтенов, % масс.	4,85	1,02
Содержание смол, % масс.	14,68	8,67
Температура застывания, °С	6	31
Вязкость кинематическая при 20 °С, м^2/с	29,39	320,4

Важнейшим параметром при проведении расчетов пусковых давлений и времени безопасной остановки нефтепровода, транспортирующего парафини- стые нефти, является статическое напряжение сдвига, то есть минимальное напряжение сдвига, которое надо приложить к образцу, чтобы началось его течение.

При этом необходимо принимать во внимание тот факт, что на величину начального напряжения сдвига влияют внутренние и внешние факторы, такие как скорость сдвига, температура и состав нефти, время тиксотропного упрочнения, предыстория образцов и т.д.

Опытный образец АСПО был получен путём отсоединения части отложений от очистного устройства ПРВ – 1 в нескольких местах и сбора отложений в полости трубы. Общее количество полученных образцов составило 1500 миллилитров.

На рисунке 1 показано как увеличивается статическое напряжение сдвига исследуемой смеси нефтей при увеличении в ней содержания нефти ПСП «Чикшино», крайние правые точки соответствуют 100% содержанию ВПН ПСП «Чикшино» и показывает значение статического напряжения сдвига в данной нефти. Полученные данные были проанализированы и аппроксимированы линейными зависимостями методом наименьших квадратов. Из этих приблизительных линейных зависимостей можно с определенной точностью оценить СНС смеси нефтей при изменении в ней концентрации ВПН ПСП «Чикшино».

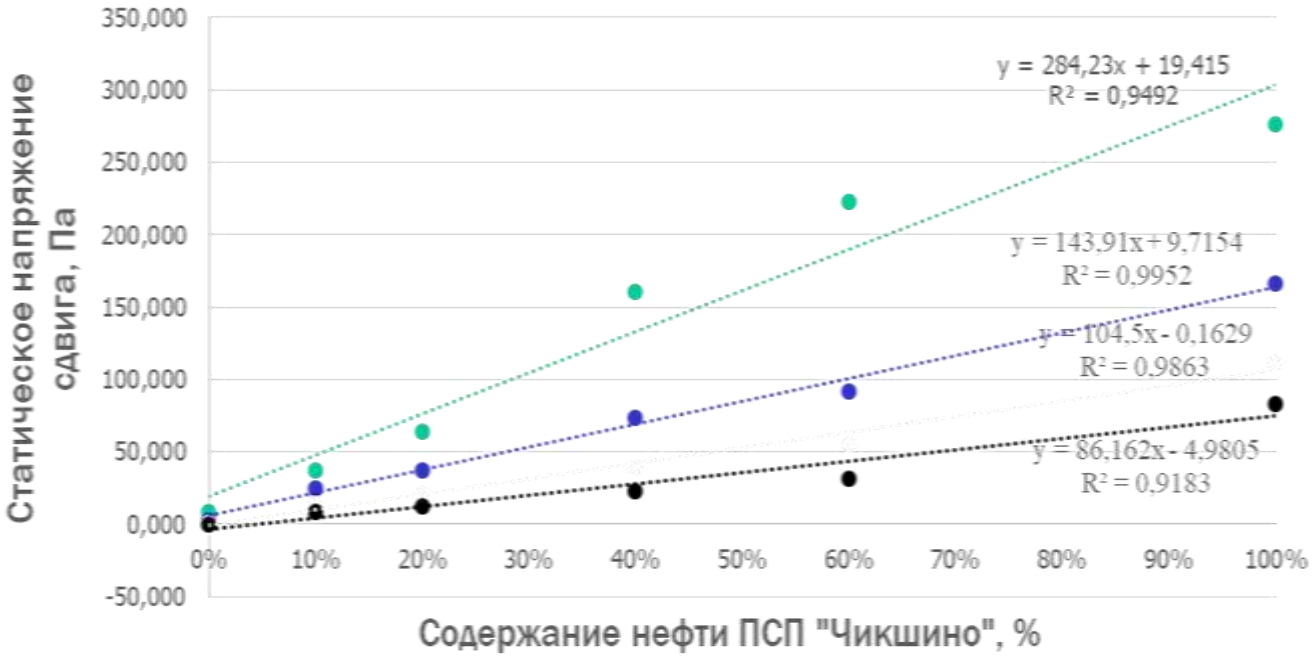
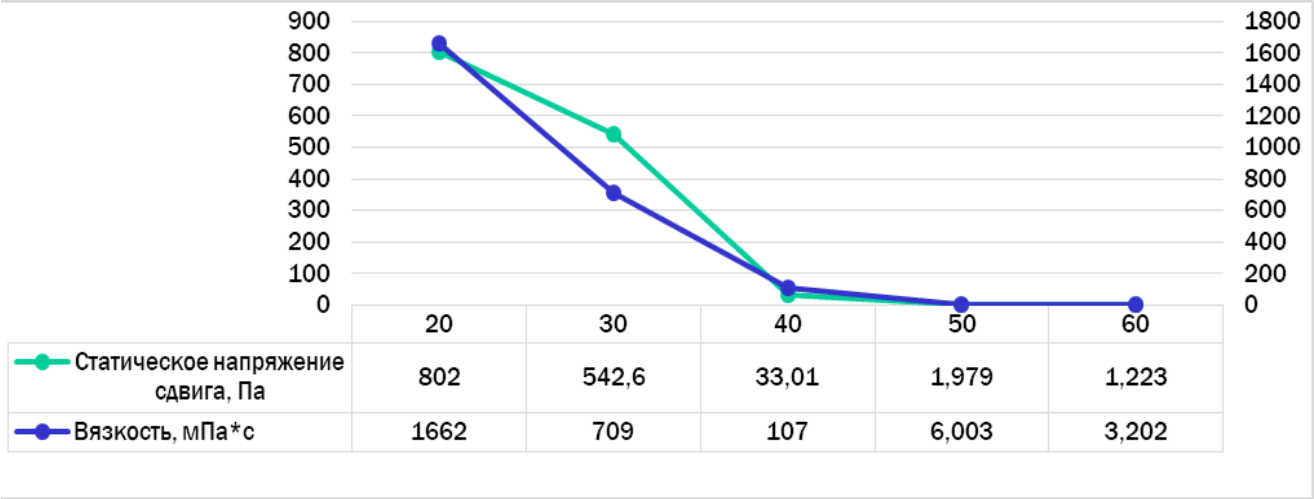


Рисунок 1 - Зависимость значений статического напряжения сдвига в зависимости от содержания в опытной смеси нефти ПСП «Чикшино»

На рисунке 2 показана динамика изменения значений статического напряжения сдвига и динамической вязкости от температуры для образца АСПО. Мы видим значительное снижение уровня СНС в промежутке от 50 до 30 градусов.



	20	30	40	50	60
Статическое напряжение сдвига, Па	802	542,6	33,01	1,979	1,223
Вязкость, мПа*с	1662	709	107	6,003	3,202

Рисунок 2 - Зависимость значений СНС и вязкости от температуры для опытного образца АСПО

В дополнение к таким важным характеристикам, как температура начала кристаллизации парафина и кривая осаждения парафина, для математического моделирования процесса образования и количества АСПО на стенках трубопровода необходимо знать механические свойства парафиновых отложений. Эти свойства, прежде всего, предел текучести (статическое напряжение сдвига), предоставляют ключевую информацию относительно легкости устранения парафинового осадка. Предел текучести конкретного парафинового осадка зависит от молекулярной структуры и состава, а также от парафиновых углеводородов, ответственных за образование этого осадка.

Например, согласно ранее опубликованным исследованиям, предел текучести АСПО зависит от молекулярной структуры парафина. АСПО, образованные из разветвленных и циклических алканов (также известных как микрокристаллический воск), обычно мягче, чем отложения, образованные из алканов с прямой цепью, которые также известны как макрокристаллический воск. Следовательно, АСПО, образованные микрокристаллическим воском, легче поддаются устранению по сравнению с отложениями, образованными макрокристаллическим воском с тем же числом атомов углерода. Имея информацию из структурной характеристики осажденного парафина, можно дать рекомендации относительно механических свойств и легкости устранения отложений. Таким образом, важной характеристикой является состав отложений парафина (АСПО), что не только делает возможной количественную оценку степени диффузии парафиновых компонентов, но и предоставляет критически важную информацию о прочности отложений для проектирования методов их удаления.

Библиографический список:

1. Sharifullin A.V., Baibekova L.R., Suleimanov A.T. Osobennosti sostava i stroeniya neftyanykh otlozhenii (Features of the structure and composition of oil deposits). Tekhnologii nefti i gaza, 2006, Issue 6, pp. 19-24
2. Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. Химические реагенты для добычи нефти: Справочник. М.: Недра, 1986. 240 с
3. Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р., Сулейманов А.Т. Особенности состава и строения нефтяных отложений // Технологии нефти и газа. 2006. №6. С.19-24
4. Тронов В.П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними. М.: Недра, 1970. 192 с.
5. Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю. Молекулярные механизмы вязкости жидкости. Часть 1. Основные понятия. – М.: РГУ нефти и газа И.М. Губкина, 2005. – 59с.

УДК 621.644.073

Анализ возможности использования полимерных и композитных материалов в конструкции технологических трубопроводов

Смирнова К. А.
Научный руководитель – Семиткина Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Актуальность темы связана с необходимостью решения проблем безопасности, экономии ресурсов и соответствия экологическим требованиям. Полимеры и композиты становятся стратегическим выбором для устойчивого развития нефтегазового сектора, особенно во время энергетического перехода и цифровой трансформации.

Композиционные материалы (композиты) – это материалы, представляющие собой объёмное сочетание компонентов с чётко выраженной границей раздела. Состоят из матрицы (связующего) и равномерно распределённых в ней упрочнителей и/или армирующих наполнителей.

Матрица придаёт изделию из композиционного материала заданную форму и монолитность. Свойства матрицы определяют эксплуатационные характеристики (рабочую температуру, плотность, удельную прочность, сопротивление усталостному разрушению и воздействию окружающей среды) и технологические режимы получения композиционных материалов.

Армирующие наполнители вводят в композиционные материалы с целью увеличения прочности, жёсткости и пластичности, а также изменения электрофизических, теплофизических характеристик в различных направлениях или отдельных местах изделия.

Полимерные материалы — это класс синтетических или природных веществ, состоящих из макромолекул (полимеров). Состоят из длинных молекулярных цепей, что делает полимеры прочными.

Главное различие полимерных и композитных материалов - это состав. Полимеры состоят из чистого пластика с минимальными добавками, а композиты, это полимерная матрица с армирующими волокнами (стекло- или углеволокно и др.). В стоимости и монтаже композиты уступают – полимеры дешевле и проще в установке. Композитные материалы устойчивы к более высоким температурам и давлениям, чем полимерные, а также менее подвержены старению. Можно сделать вывод, что полимеры оптимальны для обычных условий (газ или холодное водоснабжение), а композиты – подходят для агрессивных сред, высоких нагрузок и длительной эксплуатации.

В таблице представлены компании, изготавливающие трубы из полимерных материалов (таблица 2).

NOV-Fiberspar (США) - гибкая труба с термопластическим слоем и армированием стекловолокном в эпоксидной матрице. Является первой гибкой трубой, соответствующей трем стандартам.

FlexSteel (США) - технология намотки для морских условий. Отличается коррозионной стойкостью, устойчива к циклическим нагрузкам, минимальные затраты на обслуживание.

Soluforce (Нидерланды) это газонепроницаемая труба с алюминиевым слоем. Устойчива к химикатам, отсутствие необходимости вентиляции.

ANACONDA (Россия)- монолитная полиэтиленовая труба (ПЭ 100) с армированием полиэфирными нитями. Для нефти, газа, многофазных смесей (давление 1,2–4,0 МПа).

Анализ данных таблицы показывает, что российские стеклопластиковые трубы пока уступают зарубежным аналогам по техническим параметрам. Однако ожидается рост спроса на композитные материалы в нефтегазовой отрасли благодаря их уникальным свойствам: высокой прочности, химической стойкости и особым физическим характеристикам. Это создает перспективы для развития отечественного производства.

Далее представлена сравнительная таблица, которая показывает, что сталь – это традиционный материал с высокой прочностью, но подвержен коррозии, требует значительных затрат на защиту и обслуживание, а композитные материалы сочетают преимущества стали (высокая прочность) и полимеров (легкость, коррозионная стойкость), обеспечивая долговечность до 50+ лет при низких эксплуатационных затратах. Они оптимальны для замены стальных труб в агрессивных средах, несмотря на более высокую начальную стоимость.

Таблица 1 – Сравнение структурных особенностей полимеров и композитных материалов

Материал	Химическая структура	Молекулярное строение	Армирующие компоненты	Особенности структуры
ПЭ (Полиэтилен)	$[-CH_2-CH_2-]$	Линейные или разветвлённые цепи	Нет	Кристаллические (HDPE) или аморфные (LDPE) области
ПП (Полипропилен)	$[-CH_2-CH(CH_3)-]$	Изотактические/синдиотактические цепи	Нет	Высокая кристалличность (до 70%)
ПВХ (Поливинилхлорид)	$[-CH_2-CHCl-]_n$	Аморфные цепи с полярными группами Cl	Нет	Жёсткость за счёт полярных связей C-Cl
Углепластик	Полимерная матрица (эпоксидная, полиэфирная)	Упорядоченные слои	Углеродные волокна	Анизотропная структура (прочность вдоль волокон)
Стеклопластик (FRP)	Полимерная матрица (эпоксидная, винилэфирная)	Случайное распределение	Стекловолокно	Изотропная/анизотропная (зависит от укладки волокон)

Таблица 2 – Анализ рынка полимерных и композитных материалов на 2025 год

Название	Страна	Ассортимент	Давление, МПа	Температура, ˚С
NOV-Fiberspar	США	Диаметром 50–254 мм с армированием высокопрочными нитями	до 13,8	до 104,4
FlexSteel	США	Диаметром 50–203 мм, стальное армирование	От 5 до 20,6	До 80
Polyflow	США	Диаметром 101-152мм, армирование нитями	До 3.5	До 65
Soluforce	Нидерланды	Диаметром 101-177мм, армирование нитями	До 8	До 100
ANACONDA	Россия	Диаметром 74-160мм, армирование полиэфирными малоусадочными нитями с повышенной адгезией	От 1,2 до 4	До 65
СИБМАШПОЛИМЕР	Россия	Диаметром 50-600 мм, армирование металлическим каркасом	От 1 до 4	До 80
НордВест	Россия	Диаметром 50-200 мм	От 4 до 18	До 80

Сравним полиэтиленовые и стеклопластиковые трубы со сталью на примере опытно-промышленных испытаниях в ПАО «Лукойл».

На диаграмме представлены данные о частоте отказов на трубопроводах за период с 2014 по 2018 год. Из диаграммы можно сделать вывод, что удельный коэффициент частоты отказов на трубопроводах в антикоррозийном исполнении, то есть в полимерном и композитном, в 2018 году был в два раза ниже по сравнению со стальными трубопроводами – 0,05 и 0,1 соответственно. Это означает, что полимерные и композитные материалы демонстрируют более высокую надежность и устойчивость к коррозии, что делает их предпочтительным выбором для снижения частоты отказов и повышения долговечности трубопроводов.

Таблица 3 - Сравнительный анализ полимерных, композитных материалов и стали

Характеристика	Сталь	Полимерные материалы	Композитные материалы
Прочность	Высокая	Умеренная	Высокая (сопоставима со сталью)
Вес	Тяжелые	Легкие	Легкие
Коррозионная стойкость	Подвержены коррозии	Высокая	Высокая
Долговечность	20–30 лет (при защите от коррозии)	До 50 лет	До 50 лет и более
Гидравлические потери	Высокие (шероховатость 0,1 мм)	Низкие (шероховатость 0,0015 мм)	Низкие (шероховатость 0,0015 мм)
Температурный диапазон	От -60 °С до +400 °С	От -60 °С до +110 °С	От -60 °С до +150 °С
Давление	25 МПа и выше	До 16 МПа	До 16–20 МПа
Монтаж и ремонт	Сложный, требует сварки	Простой, соединение муфтами	Простой, соединение муфтами
Стоимость	Высокая (включая защиту от коррозии)	Средняя	Высокая (окупается долговечностью)
Эксплуатационные затраты	Высокие (защита, инспекция, ремонт)	Низкие	Низкие
Экологичность	Зависит от защиты от коррозии	Высокая	Высокая

Альтернатива стальным трубам являются гибкие полиметаллические трубы:

- конструкция состоит из слоёв высокопрочной стали + полимерные оболочки;
- устойчивы к экстремальным температурам, давлению, движению грунтов и нагрузкам;
- гибкость и малый радиус изгиба снижают объем монтажных работ.

Во время эксплуатации трубопроводов из гибких полимерно-металлических труб были выявлены следующие конструктивные особенности:

гидравлические удары в 1,5–2 раза меньше, чем в стальных трубах.

- устойчивость к замерзанию воды благодаря высокой упруго-деформационной способности;
- низкая теплопроводность: минимум конденсата и замерзания;
- низкая электропроводность: исключение коррозии от блуждающих токов.

Несмотря на преимущества, есть и недостатки:

Трубопроводы могут изменять глубину залегания, а в некоторых случаях проходить по поверхности траншеи

Переменное высокое давление может вызывать деформацию и разрушение труб с большим изгибом из-за образования ослабленных зон во внутренней оболочке.

Рисунок 1 – Удельный коэффициент частоты отказов на трубопроводах в 2014-2018 гг

Полиметаллическая труба состоит из:

1.Металлической трубы, которая изготовлена из алюминиевого сплава обработана ультразвуком (лист, труба, лента). Обработка улучшает адгезию для нанесения клеевого слоя;

2.Полимерных слоев из термостойкого полипропилена с антиоксидантами. Защищают алюминий от окисления, увеличивая срок службы;

3.Адгезионных слоев -термостойкий клей для соединения металла и полимеров.

Недостатки стеклопластиковых труб:

- ограниченная термостойкость (до +150°C)
- чувствительность к механическим повреждениям (удары, царапины)
- ограниченная стойкость к высокому давлению
- сложность и дороговизна ремонта
- высокая начальная стоимость

Также основной проблемой при укладке таких труб является соединительные узлы. При возможной деформации трубопровода в местах соединения сварных секций нарушается специальный защитный слой, призванный обеспечить герметичность трубы. Решением проблемы для увеличения несущей способности полиэтиленовых труб и улучшения характеристик герметизации стеклопластиковых трубопроводов была разработана новая технология изготовления труб. Эта технология представлена рисунке 2, которая заключается в намотке стеклопластиковой оболочки на внешнюю поверхность полиэтиленовой или полипропиленовой трубы, что обеспечивает адгезию между поверхностями.

Недостатки полимерных труб:

- возможное изменение глубины залегания или укладка на поверхности;
- деформация и разрушение при высоком давлении из-за ослабленных зон;
- цены в несколько раз выше, чем на стальные трубы;

В условиях ужесточающихся требований к безопасности трубопроводных систем, промышленность все чаще обращается к современным полимерным и композитным решениям. Практический опыт их применения в российских компаниях наглядно демонстрирует перспективность таких технологий:

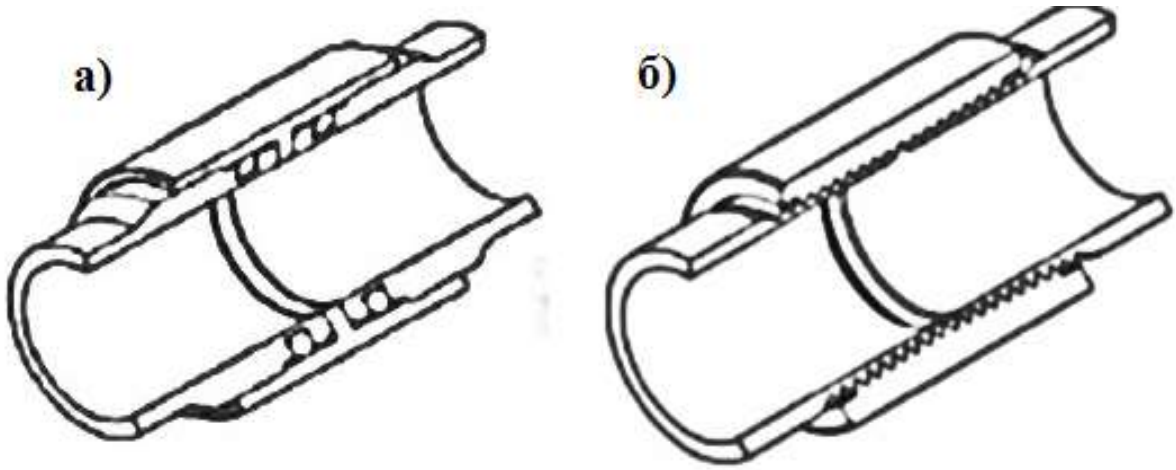
1) С ноября 2013 по июнь 2014 года в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» проведены испытания гибких армированных труб Thermoflex (США) на нефтепроводе протяженностью 150 м. Проблема АСПО устранена, трубопровод эксплуатируется без отказов с 2014 года.

2) С декабря 2013 по декабрь 2014 года на высоконапорных водоводах испытаны трубы FlexSteel (США) протяженностью 130 м. Отказов из-за коррозии не зафиксировано, трубопровод работает с 2014 года.

На момент испытаний в России не производились аналогичные трубы. Сегодня их выпуск налажен на предприятиях ООО «Балтикфлекс» и ООО «Псковгеокабель», а в 2020 году запущено производство в ООО «Энергомаш-ВТС».

3) На объектах ООО «РИТЭК» испытаны гибкие армированные ПЭ теплоизолированные трубопроводы с подогревом производства 6 ООО «Файбер Гласс Рус» и ООО «Завод стеклопластиковых труб», представленные на рисунке для снижения образования АСПО.

4) Также композиционные материалы используются для ремонта магистральных трубопроводов**:** АО «Транснефть – Диаскан» выпускает композиционные материалы для ремонта нефтепроводов и нефтепродуктопроводов по композитно-муфтовой технологии. Композиционный материал марки «ЭКМ» используется в качестве основного заливочного материала. Полимерный герметизирующий материал марки «ПГМ» служит как герметизирующая мастика.



а) соединение стеклопластиковых патрубков при помощи уплотнительной гильзы с фиксацией по осям,
б) резьбовое соединение стеклопластиковых труб с использованием герметизирующего раствора

Рисунок 2 – Способы соединения стеклопластиковых патрубков

По данным ООО «РИТЭК», в компании по состоянию на 01.12.2021 год, эксплуатируется 1078 км трубопроводов из неметаллических материалов, таких как поимерно-армированных труб (ПАТ), полимерно-армированных муфт, трубы стеклопластиковые композитные (ТСК), что 18,5% от общей протяженности, а при реализации запланированных мероприятий по замене трубопроводов, доля трубопроводов неметаллического исполнения увеличится до 1396 км (24% от общей протяженности).

Как отмечает компания, по мере замены стальных труб на неметаллические отмечается стабильное сокращение количества отказов на трубопроводах.

Анализ современных материалов для трубопроводных систем выявил значительные преимущества полимерных и композитных решений, что подтверждается положительными результатами их эксплуатации в условиях реальных производственных объектов. Практическое применение в "Лукойле" и "РИТЭК" показало эффективное устранение АСПО и коррозии и безаварийную работу с 2014 г. Также есть ограничения: температурные рамки и сложности диагностики и ремонта. Для реализации проектов требуется детальный инжиниринг с учётом параметров среды и условий эксплуатации.

Рисунок 3 - Объемы применения неметаллических нефтепроводов по программе реконструкции на 2020-2024 гг., км

Библиографический список:

1. Хаиров Д.К. Опыт эксплуатации трубопроводов в неметаллическом исполнении и планы модернизации трубопроводного парка ООО «РИТЭК» [Электронный ресурс] / Д.К. Хаиров. - https://fg-rus.ru/upload/iblock/b29/fuhh40hujmfz2pk3h9qbwqgy8w9qnaz1.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

2. Зеленин А.А. Опыт применения трубопроводов из инновационных и альтернативных материалов в ПАО «ЛУКОЙЛ» [Электронный ресурс] / А.А. Зеленин // Главный технолог. – https://glavteh.ru/опыт-применения-трубопроводов-из-инн/ (дата обращения: 15.03.2025).

3. Полимерные и композитные материалы в конструкции магистральных нефтепроводов на участках с многолетнемерзлыми грунтами [Электронный ресурс]. – https://magazine.neftegaz.ru/articles/transportirovka/879184-polimernye-i-kompozitnye-materialy-v-konstruktsii-magistralnykh-nefteprovodov-na-uchastkakh-s-mnogol/ (дата обращения: 15.03.2025).

4. ГОСТ Р 58398-2019. Трубы напорные из полимерных материалов. Общие технические условия [Текст]. - Введ. 2020-07-01. - М. : Стандартинформ, 2019. - IV, 27 с.

5. ГОСТ Р 59211-2020. Трубы композитные полимерные. Общие технические условия [Текст]. - Введ. 2021-07-01. - М. : Стандартинформ, 2020. - III, 18 с.

УДК 665.622

Трансформация во времени и вдоль трубы начального скачка давления на входе лабораторной модели трубопровода с парафинистой нефтью в зависимости от температуры

Матвеев В. И., Кожарин А. В.
Научный руководитель – Некучаев В. О.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

При плановых или внеплановых остановках перекачки высокопарафинистых и высоковязких нефтей по промысловым и магистральным нефтепроводам у операторов могут возникнуть трудности, которые не проявляются при аналогичных ситуациях для легких ньютоновских нефтей. Одна из основных - возможность гелеобразования высокопарафинистых нефтей при остановке перекачки, выдержка ВБО, необходимость приложения минимального давления стрaгивания. При длительной остановке нефть в трубопроводе может застывать, что приводит к «замораживанию» участка трубопровода — охлаждению нефти до температур ниже её температуры застывания. Без такого рода исследований трудно правильно разработать порядок запуска нефтепровода со структурированной нефтью и выхода его на режим. Оператору можно не понять эпюры давления при запуске, если скорость его распространения будет на два-три порядка ниже скорости звука в нефти. Ещё не проводилось исследований, которые бы визуализировали эпюры давления в данном случае.

Целью работы является изучение временных и пространственных картин распространения скачка давления вдоль лабораторного трубного стенда с парафинистой нефтью, оценка пьезопроводных параметров нефти, необходимых для расчета времени распространения скачка давления в реальном нефтепроводе и построения эпюра, экспериментальное изучение влияния температуры и явления гелеобразования на процесс распространения приложенного скачка давления.

Температура структурообразования парафина (ТСОП) — это критическая температура, при которой парафиновые углеводороды, содержащиеся в нефти, начинают формировать кристаллическую структуру, приводя к загустеванию нефти и потере её текучести. Это ключевой параметр для нефтедобычи и транспортировки, так как при охлаждении нефти ниже ТСОП парафин выпадает в осадок, образуя пробки в трубопроводах и оборудовании.

За основу материала для эксперимента была взята проба нефти из НПС «Уса», а также нефть из пункта приема-сдачи нефти «Чикшкино». Предварительно бутыли обеих нефтей были подогреты в термобане до температуры 50 градусов. Далее две пробы были смешаны, в концентрации 70 и 30 процентов соответственно, полученная смесь имела объём чуть меньше 1 литра. В конечном итоге, смесь была залита в экспериментальную установку.

Имитация реальных условий: В реальных нефтепроводах часто транспортируется смесь нефтей из разных месторождений. Состав 30/70 может отражать типичное соотношение, встречающееся в практике, где более парафинистая нефть смешивается с менее парафинистой для улучшения реологических свойств.

Установка на рисунке 1 представляет собой систему датчиков и приспособлений для измерения скачка давления в трубе. 5 последовательно соединённых труб длиной 1 метр каждая, и диаметром 0.8 см, это физическая модель нефтепровода. Затем, компрессор для создания давления сдвига, датчики давления вдоль трубы, необходимые элементы автоматизации измерений и система термостатирования. Все полученные данные обрабатывались в программе SCADA, которая используется для разработки описаний технологических процессов, сохранения этих описаний на диске для последующего просмотра.

Воздушным компрессором с предельным давлением 1 МПа в трубопровод подается давление, изменение которого по длине стенда фиксируется преобразователями и передается через измеритель-регулятор на компьютер для дальнейшей математической обработки в виде графиков.

Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Проведено несколько опытов при различных температурах, по результатам которых были построены графики изменения давления во времени в пяти контрольных точках, отстоящих друг от друга на 1 метр по длине трубки, в которых и располагаются датчики давления. Ход эксперимента таков: заливаем готовую смесь в модель, закрываем краны с выходными отверстиями. Подогреваем смесь через термостат до максимальной нужной нам температуры, включаем воздушный компрессор и нагнетаем давление до 1 мегапаскаля. Включаем запись измерений в программе и стравливаем давление в трубопровод. Ждём, когда давление на всех датчиках стабилизируется, и оканчиваем запись, сохраняем файл в программе Excel. Давление в трубе стравливаем, меняем числовые значения в термостате и охлаждаем нефть до следующей нужной нам температуры. Важно сделать все измерения с первого раза, иначе из-за малейшей ошибки следует менять всю смесь, так как при каждом подогреве температура застывания повышается.

Хорошо известно из опыта и понятно с точки зрения физической механики сплошных сред, что приложенный скачок давления распространяется в трубопроводе с жидкой нефтью примерно со скоростью звука в нефти, то есть скоростью распространения упругих возмущений. Формула Жуковского дает значение, примерно 1000 м/с. То есть расстояние 10 км импульс проходит за 10 секунд, с практической точки зрения мгновенно. Однако, в структурированной парафинистой гелеобразной нефти это не так. Опыты показывают, что в трубопроводе с такой нефтью давление распространяется постепенно с гораздо меньшей скоростью, на два, три или четыре порядка меньшей в зависимости от температуры.

Результаты измерения, а именно, графики давления в трубке в зависимости от времени для 5 разных расстояний от начала трубки, где и располагаются датчики давления, созданы для 6 разных температур. Каждый датчик показывает значение давления на своём участке трубы в данный момент времени. В ходе изменения давления оно искусственно повышается скачком экспоненциально в начале трубки и, например, для 20 гр., рисунок 2, этот профиль давления практически мгновенно предается по всей трубке, как и для любой жидкой среды примерно со скоростью звука в этой среде.

На графике по температуре 16 градусов, линии также совпадают, но уже появляются незначительные сдвиги.

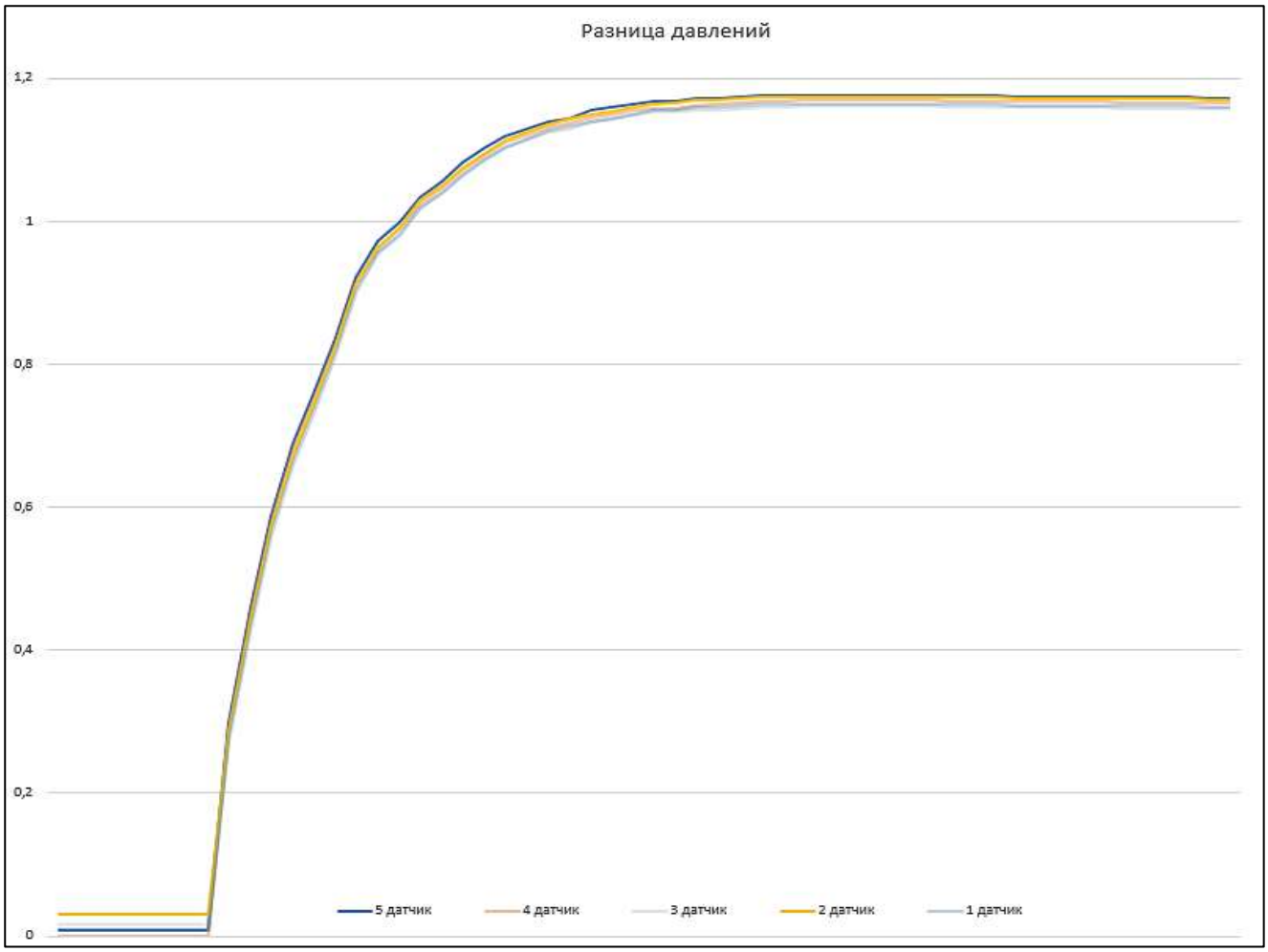


Рисунок 2 – График для разницы давлений в 20 градусов

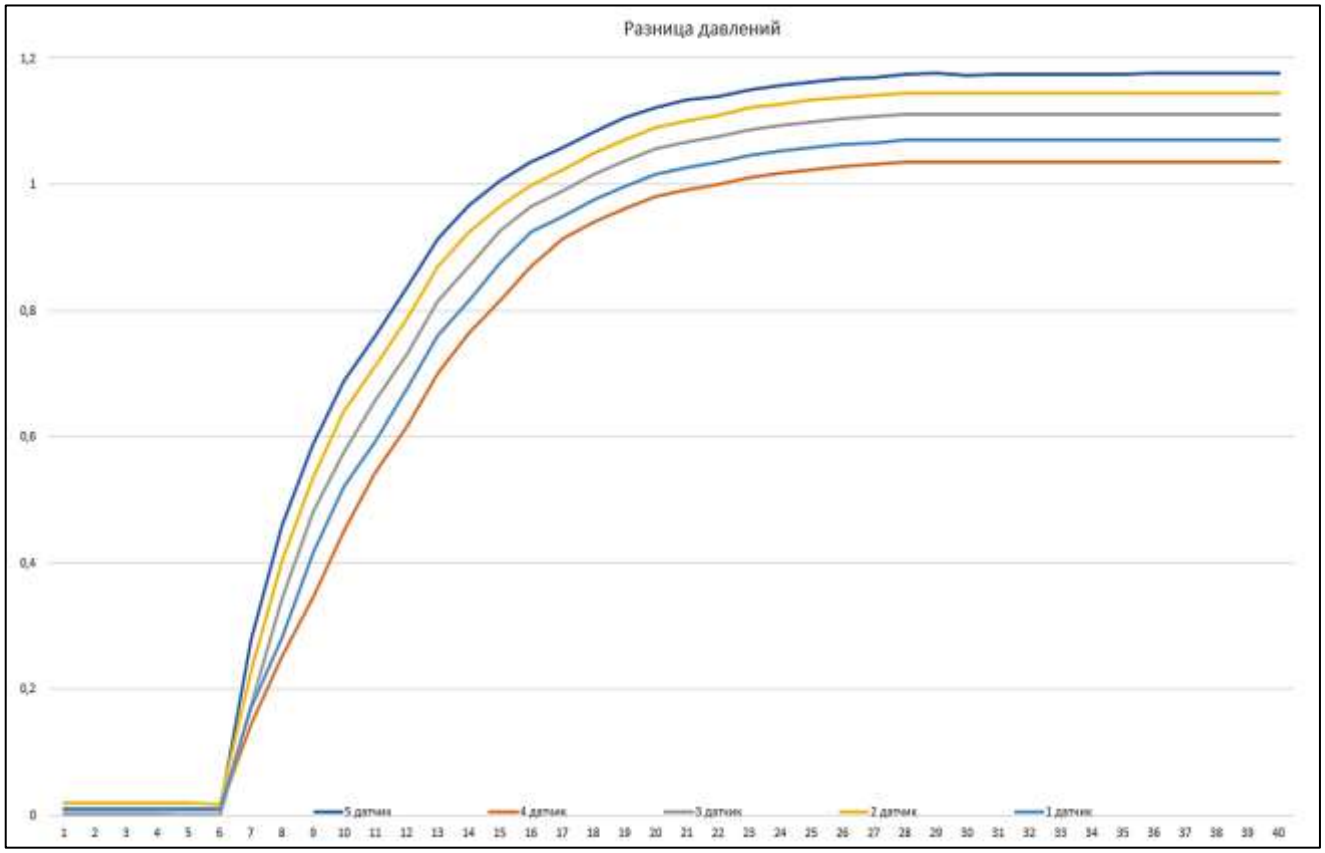


Рисунок 3 – График для разницы давлений в 20 градусов

При снижении температуры ниже диапазона застывания 12–14 °C, рисунок 3, нефтяная смесь претерпевает фазовый переход, сопровождающийся кристаллизацией парафинов и формированием пространственной структурной сетки, что резко увеличивает её структурную вязкость и переводит среду из ньютоновской жидкости в вязкоупругопластичное состояние.

В гелеобразной среде наблюдается диссипация энергии (переход части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов) упругих возмущений за счёт разрушения межмолекулярных связей и пластической деформации кристаллитов, что приводит к затуханию амплитуды давления, замедлению распространения волн и появлению временного сдвига между сигналами датчиков.

Таким образом, чем ниже температура системы, тем больше сдвиг давления в модели трубопровода. Шаг изменения давления по времени составил 1 секунду. Продолжительность измерений на всех графиках – 40 или около 100 секунд.

Рассчитаем скорость изменения сдвигов давления. Для этого на графике температуры 6 градусов проведём линию, перпендикулярную к оси давления из точки со значением 0,6 Мпа, опустим проекции от пересечённых прямых, далее 1 метр делим на временные промежутки под ними. Это наиболее оптимальный вариант, так как прямая с данной точки будет пересекать более ровные участки сдвига между графиками, исключение – 2 градуса.

Далее пространственные расстояния между датчиками делим на измеренные промежутки времени между достижениями заданного уровня давления местоположений двух соседних датчиков, в секундах, которые указаны снизу и, таким образом, получаем средние скорости распространения давления на каждом участке трубы.

В ходе расчёта была получена таблица данных по зависимостям каждой температуры, и на их основании построены оценочные графики средней скорости распространения волны давления вдоль трубки. На основании полученных значений для более удобной визуализации необходимо построить графики скорости изменения сдвига давления в логарифмической шкале. Составлена таблица из двух основных разделов, самой скорости, которая ранее была найдена, и значения десятичного логарифма этих скоростей.

По данным из полученной таблицы построили графики скорости изменения сдвига давления по каждой температуре. Для более удобно визуализации зависимость средней скорости изменения сдвига давления от температуры прологарифмирована, также с десятичным логарифмом.

Далее перестроили экспериментальные графики зависимостей давления на датчиках от времени, в зависимости давления от расстояния до датчиков для разных моментов времени, для 6 и 10 градусов.

Давление начинаем рассматривать после 20 секунд, когда его значение на всех частях трубопровода стабилизируется. Возьмём временные шаги 10, 20, 20, 40, 60 и 80 секунд от начала измерений соответственно. Давление каждого датчика в данный момент времени найдём, опустив перпендикуляр на ось давления из точки пересечения линии значений давления на определённом датчике и линии заданного времени. Линия с промежутком времени 10 секунд от начата отсчёта падает до оси X. Это говорит о том, что давление в каждом датчике ещё не достигло пиковых значений, которые начинаются от 20 секунд.

Зависимость давления от расстояния до датчиков по времени, 6 градусов, рисунок 3.

Создана таблица с данными, рассчитанными по способу выше Построен график соответствующей зависимости. Каждый график начинается на верхней точке с первого датчика, именно на него подаётся давление из компрессора, поэтому показания давления там самые высокие. Прерываются графики на самой нижней точке, соответствующей последнему датчикам. По пути нефтяной гель, образовавшийся после застывания жидкости, забирает часть давления, из-за этого на пятом датчике давление минимально.

Самый скруглённый вниз график соответствует 20 секундам времени после начала измерений, но линии постепенно выпрямляются и, наконец, к 80 секундам показан почти прямой график, так как давление про прошествии времени стабилизируется по всему трубопроводу.

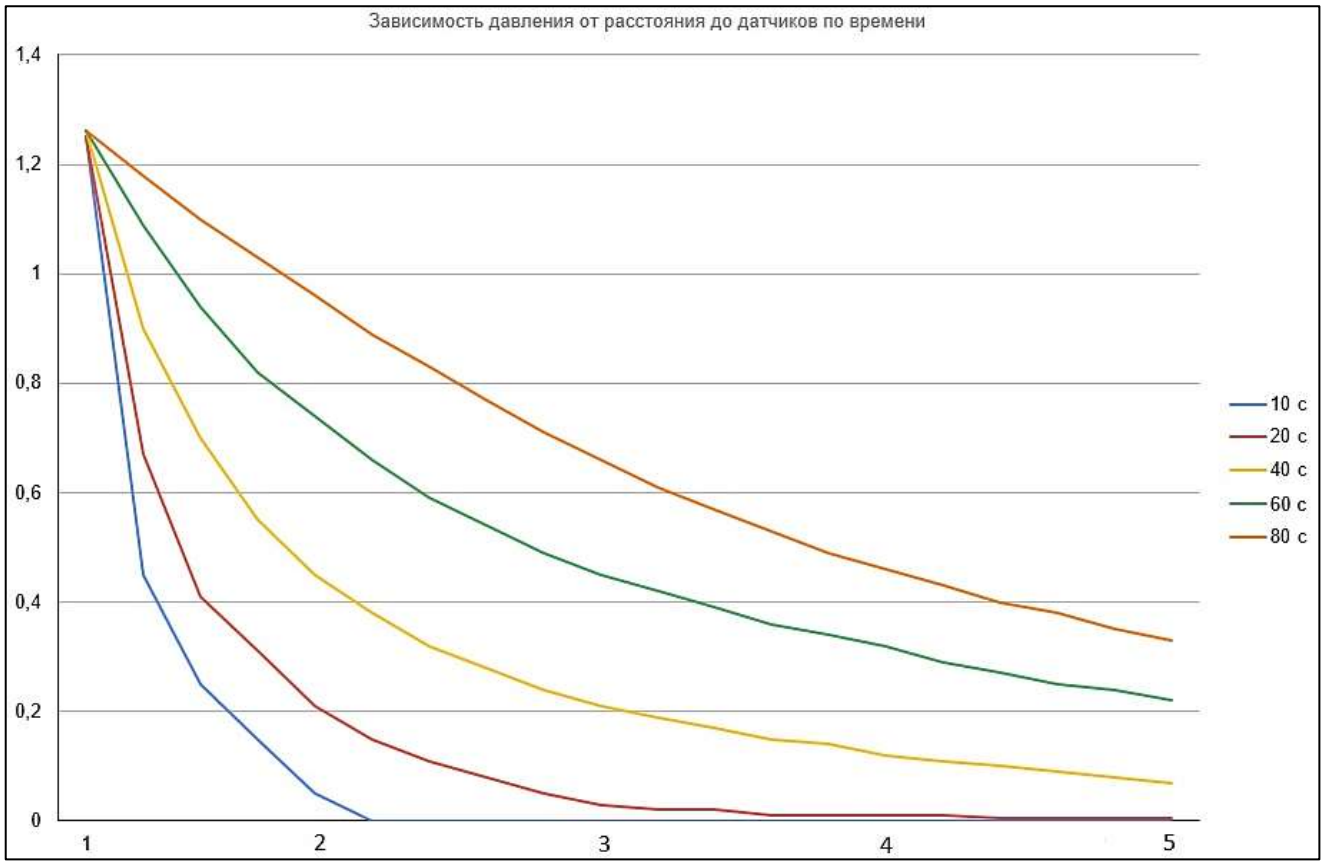


Рисунок 4 - Зависимость давления от расстояния до датчиков по времени, 6 градусов

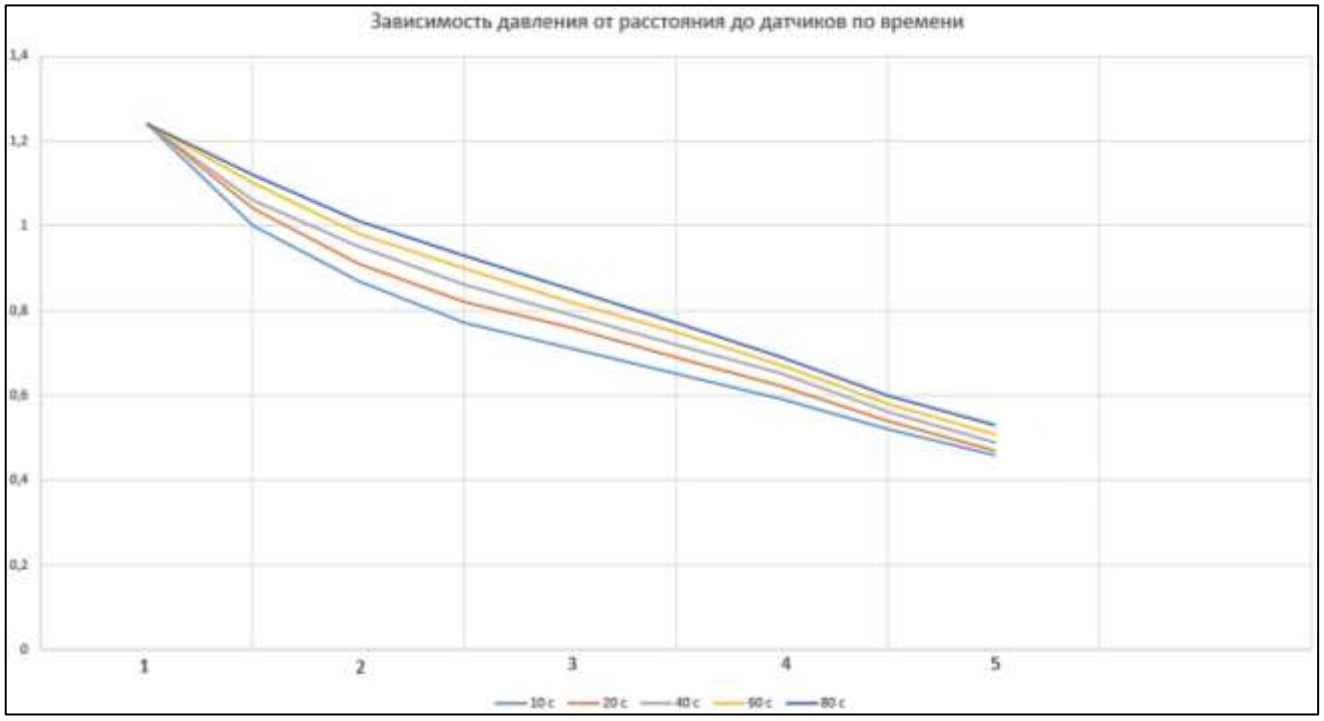


Рисунок 5 - Зависимость давления от расстояния до датчиков по времени, 6 градусов

Перейдём к зависимости с температурой 10 градусов, рисунок 4. Здесь все графики проходят почти прямо, это связано с увеличением температуры, с 6 до 10 градусов. Сдвиг давления между начальным и конечным временем гораздо меньше, чем на прошлом графике, соответственно, скорость распространения давления здесь выше, и численно отражена на графической модели. Также видно, что сдвиг давления в середине трубопровода больше, чем на его концах.

Можно сказать, что с помощью данных построений можно своевременно и точно оценить пьезопроводные параметры на любом нефтепроводе. Оператор сможет быстрее настроить порядок запуска нефтрепровода и вывода его на требуемый режим, опираясь на визуализированные модели.

Проведенные эксперименты с парафинистой нефтью из МН «Уса-Ухта» на лабораторном трубном стенде показали, что скорость распространения скачка давления в нефти по длине трубы сильно зависит от температуры, которая определяет структуру нефти. При температуре выше критической, соответствующей началу массовой кристаллизации парафина, т.е. в жидкой неструктурированной нефти, эта скорость близка к скорости звука, что соответствует теоретическим представлениям, порядка 1100 м/с. При снижении температуры нефти до точки гелеобразования, образования сплошной сетки из кристаллов парафинов, происходит резкое снижение скорости волны давления на два -три -четыре порядка в зависимости от прочности геля. Полученные результаты, пересчитанные с модельного стенда на реальный нефтепровод с помощью измеренного в дальнейшем коэфициента пьезопроводности нефти, могут быть использованы на практике при определении режима пуска МН после остановки перекачки и остывании нефти до температуры начала структурообразования.

Библиографический список:

1. Проблемы транспортировки высоковязкой и парафинистой нефтяной эмульсии [Электронный ресурс]. - https://moluch.ru/archive/136/38053/?ysclid=m98m1qwwgc688880193 (02.04.2025).
2. Парафинизация нефтепровода [Электронный ресурс]. - http://www.mining-enc.ru/p/parafinizaciya-nefteprovoda/ (04.04.25).
3. Мезанизмы образования АСПО [Электронный ресурс]. - https://magazine.neftegaz.ru/articles/dobycha/747854-mekhanizmy-obrazovaniya-asfaltosmoloparafinovykh-otlozheniy-metodiki-issledovaniya-/?ysclid=m98m4lxyc9693969722 (06.04.25).
4. Руководство пользователя. Программа SCADA – Каскад. [Электронный ресурс]. - http://tm-istok.ru/wp-content/uploads/2012/05/Руководство-пользователя.pdf (06.04.25).

УДК 532.527

Перспективы применения завихрителей потока нефти в системе трубопроводного транспорта

Матвеев В. И., Мелентьев В. А.
Научный руководитель – Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Аннотация. Проблема минимизации гидравлических потерь в системах трубопроводного транспорта нефти остается одной из ключевых в нефтегазовой отрасли, учитывая масштабы энергетических и экономических затрат на перемещение продукта. В статье рассматривается возможный сценарий применения завихрителей потока в системе трубопроводного транспорта на примере участка магистрального нефтепровода (МН) «Уса-Ухта». В рамках исследования выполнен гидравлический расчёт для одного из участков МН с учётом его геометрических параметров и свойств транспортируемой среды. Даже незначительное снижение гидравлического сопротивления может привести к существенной экономии энергии за счёт уменьшения мощности перекачивающих агрегатов. Для трубопроводов большой протяжённости, таких как МН «Уса-Ухта», такой подход потенциально способен повысить рентабельность транспортировки.

Гидравлический расчёт. Для примера за основу были взяты данные участка «Зеленоборск – Ухта-1» МН «Уса-Ухта», эксплуатацией которого занимается АО «Транснефть – Север» (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры участка «Зеленоборск – Ухта-1»

Диаметр МН, мм	720
Толщина стенки, мм	10
Абсолютная шероховатость, мм	0,2
Средняя плотность нефти, кг/м^3	870
Вязкость, сСт	20
Длина участка МН, км	119
Геом. высота начала трассы, м	140
Геом. высота конца трассы, м	113,5

Вычислим относительную шероховатость по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0{,}7} = 2{,}86 \cdot 10^{-4},$$

где Δ – абсолютная шероховатость, d – условный диаметр трубопровода.

Рассчитаем скорость течения V в трубопроводе:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1800}{3600}\right)}{\pi \cdot 0{,}7^2} = 1{,}3 \text{ м/с},$$

где Q – объёмный расход нефти.

Находим число Рейнольдса Re:

$$Re = \frac{Vd}{v} = \frac{1{,}3 \cdot 0{,}7}{2 \cdot 10^{-5}} = 45500, [1]$$

где v – кинематическая вязкость.

В нашем случае выполняется условие $10^4 < Re < \frac{27}{\varepsilon^{1{,}143}}$ (режим гидравлически гладких труб), поэтому пользуемся формулой Блазиуса [2]:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{45500}} = 0{,}022.$$

Рассчитаем гидравлический уклон i:

$$i = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0{,}022 \cdot \frac{1}{0{,}7} \cdot \frac{1{,}3^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}00271 \ [1]$$

Вычислим полный напор в конце трубопровода:

$$H_2 = z_k + \frac{p_k}{\rho g} = 113{,}5 + 106{,}5 = 220 \text{ м}.$$

Определим полный напор в начале трубопровода:

$$H_1 = H_2 + i \cdot L = 220 + 0{,}00271 \cdot 119000 = 542{,}5 \text{ м}.$$

Известно, что полный напор $H_в$ на входе НПС «Зеленоборск» составляет 250 м, напор на выходе H_1 со станции – 542,5 м. Тогда дифференциальный напор определяем как:

$$H = H_1 - H_в = 542{,}5 \ - 250 = 292{,}5.$$

По результатам расчётов и данных о профиле трубопровода получаем рисунок 1.

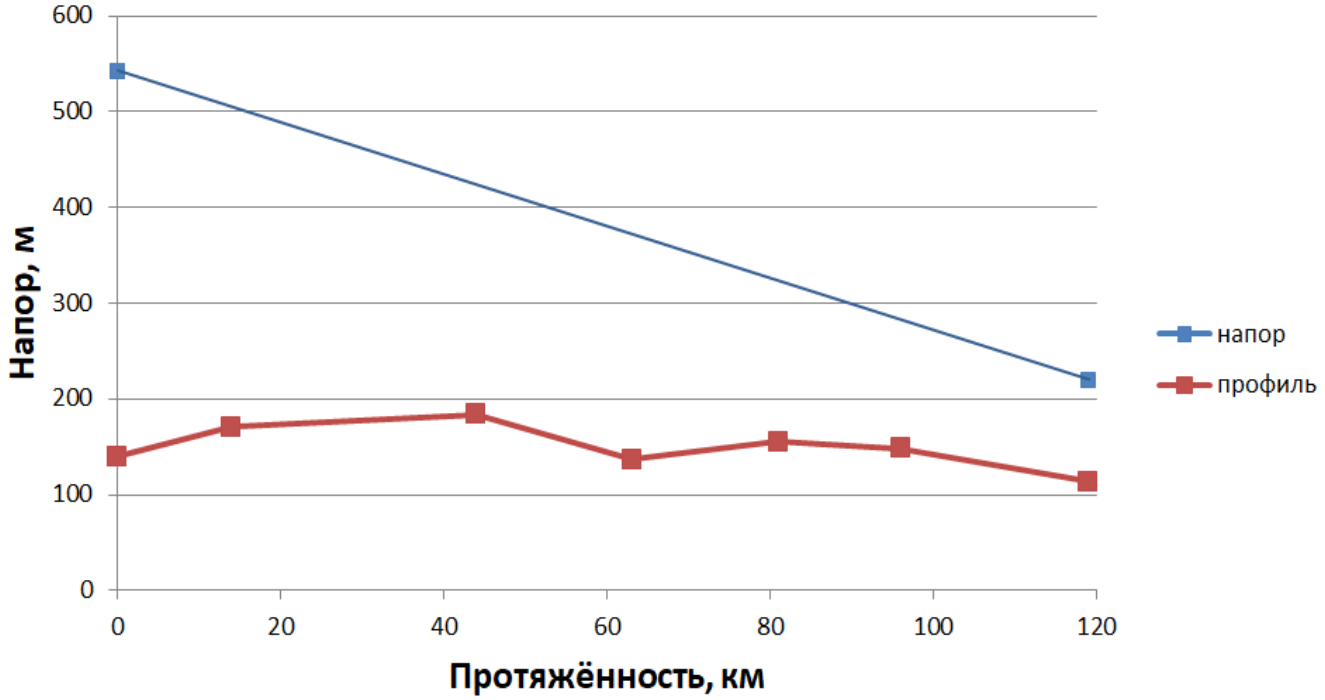


Рисунок 1 – Потери напора по длине трубопровода

Принцип действия завихрителя. Резьба формирует на поверхности трубы систему микроканалов, которые направляют жидкость вдоль оси трубы. Это уменьшает хаотичное движение частиц и локальные скорости трения, так как жидкость скользит по канавкам, а не взаимодействует со сплошной шероховатой поверхностью.

На рисунке 2 представлены формы движения частиц нефти в трубопроводе с резьбой, состоящие из горизонтальной и тангенциальной скорости. В центре – линейная направленность, вблизи стенок они закручиваются.

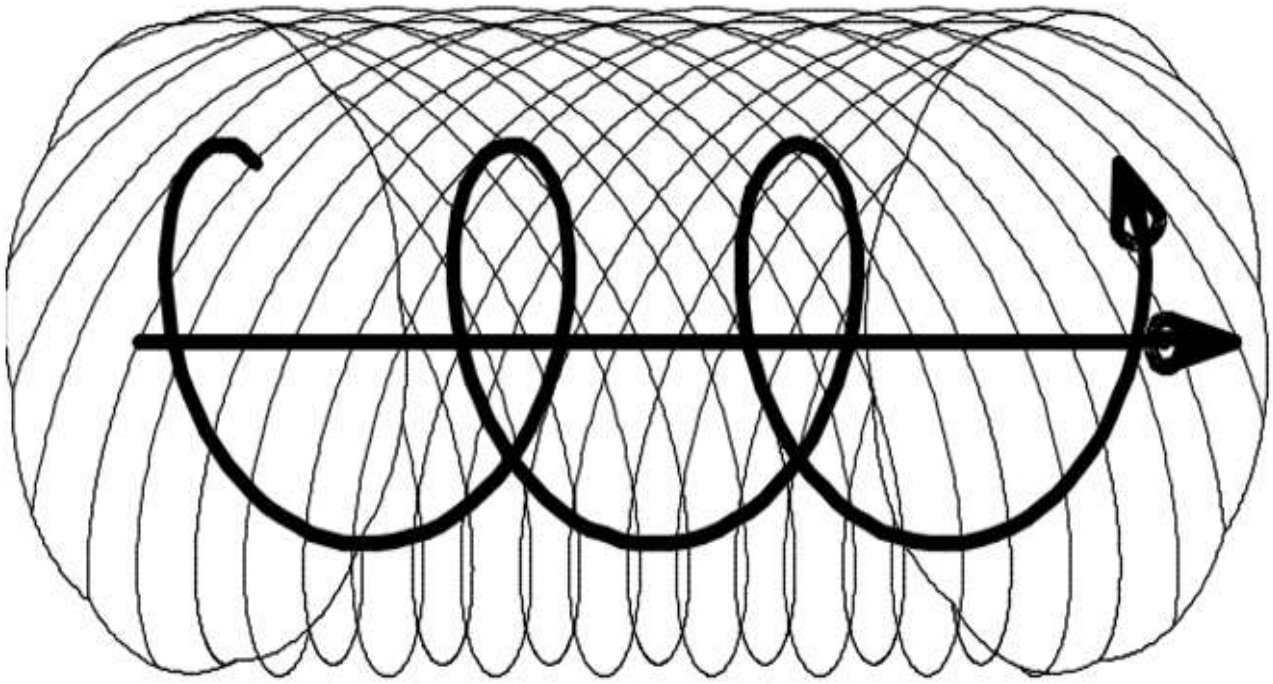


Рисунок 2 – Формы движения частиц [3]

Структура внутренней резьбы нефтепровода играет ключевую роль в снижении гидравлического сопротивления благодаря формированию системы микроканалов на поверхности трубы (рис. 3).

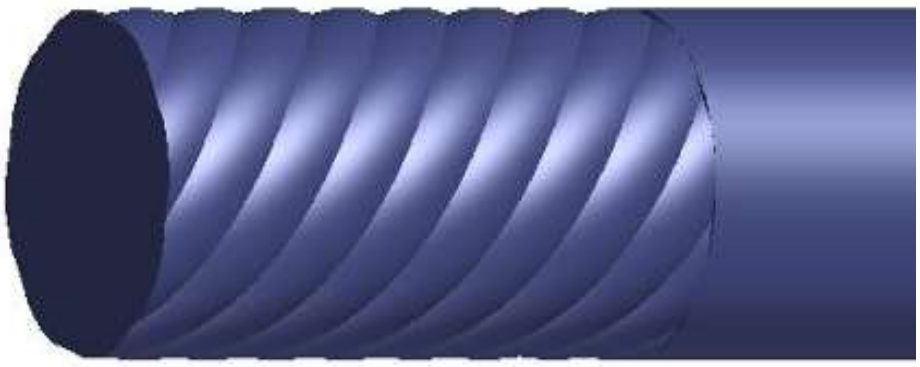


Рисунок 3 – Внешний вид завихрителя [3]

Эти канавки, имеющие упорядоченную геометрию (например, спиральную или винтовую), выполняют несколько важных функций:

Направленное движение потока. Микроканалы выступают в роли направляющих, которые координируют движение жидкости вдоль оси трубы. В отличие от гладкой или случайно шероховатой поверхности, где частицы жидкости могут двигаться хаотично, канавки резьбы «собирают» поток в упорядоченные струи. Это снижает поперечные колебания частиц и минимизирует образование локальных завихрений, которые обычно усиливают трение.

Эффект гидродинамической смазки. В микроканалах возникает эффект, аналогичный работе подшипника: жидкость в канавках образует тонкий слой, который работает как «прокладка» между основным потоком и стенкой трубы. Этот слой демпфирует ударные взаимодействия частиц со стенкой, преобразуя энергию трения в кинетическую энергию направленного движения.

Оптимизация профиля скорости. В обычных условиях скорость жидкости у стенки трубы близка к нулю (из-за пристеночного трения), а в центре — максимальна. Резьба «выравнивает» этот профиль: микроканалы позволяют частицам у стенки двигаться быстрее за счет направленного скольжения, что уменьшает градиент скорости между слоями и, как следствие, снижает общее сопротивление.

К рисунку 1 добавим зелёную прямую, которая будет примерно отображать изменение напора по всей длине нефтепровода, в случае установки завихрителя. Конечное значение напора выше обычного (рис. 2).

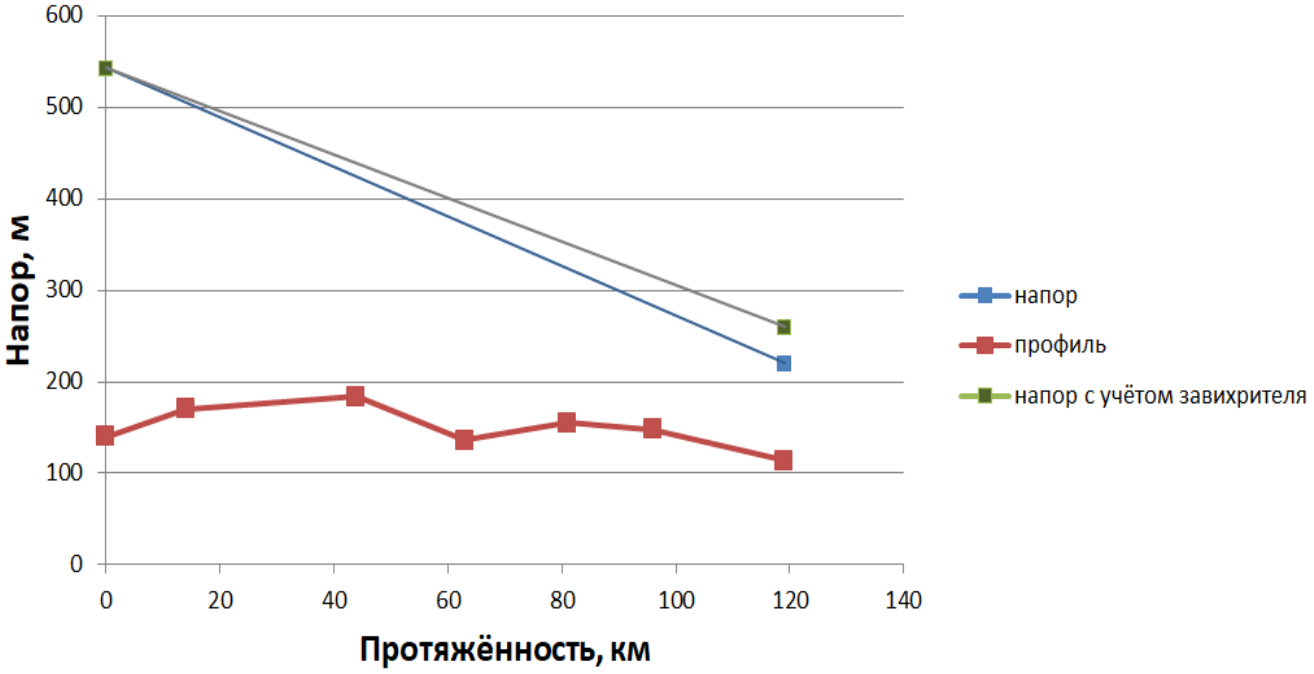


Рисунок 4 – Потери напора по длине трубопровода с учётом завихрителя

Выводы по работе. Гидравлический расчёт, выполненный с учётом геометрических параметров участка «Зеленоборск – Ухта-1» трубопровода МН «Уса-Ухта» и реологических свойств перекачиваемой нефти, позволил построить график потерь напора, отражающий текущее состояние системы. Внедрение завихрителя на рассматриваемом участке может способствовать минимизации гидравлических потерь за счёт оптимизации структуры потока. В рамках дальнейших исследований планируется провести комплексный анализ геометрических параметров завихрителя (угла лопаток, диаметра, шага спирали).

Библиографический список:

1. Лурье М. В. Проектирование и эксплуатация нефтепроводов / М. В. Лурье, Б. Н. Мастобаев, П. А. Ревель-Муроз [и др]. – Москва : ООО «Издательский дом Недра», 2023. – 434 с.
2. Лурье М. В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа: учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 349 с.
3. Иншаков Р. С., Балабуха А. В., Анисимова Е. Ю. и др. Применение завихрителя потока движущейся среды для снижения гидравлических потерь в трубопроводах [Электронный ресурс] // Вестник Евразийской науки. – 2018. – № 3. – URL: https://esj.today/PDF/36SAVN318.pdf (дата обращения: 10.03.2023).

УДК 519.677

Оценка эффективности нанесения пенополиуретана и пенополистирола в качестве изоляционных покрытий на участке МН «Уса-Ухта»

Байдукова М. А., Мелентьев В. А.
Научный руководитель – Лютоев А. А.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Введение. С развитием нефтяной промышленности добыча и транспортировка углеводородов становятся всё более сложными задачами. Это связано с постепенным истощением легкодоступных запасов нефти, что вынуждает обращаться к трудноизвлекаемым ресурсам: глубокозалегающим пластам, шельфовым зонам, а также месторождениям с высоковязкой нефтью, битумами и тяжёлыми фракциями.

Не менее сложной остаётся транспортировка нефти, особенно в условиях низких температур. При охлаждении в трубопроводах происходит кристаллизация парафинов, повышение вязкости и застывание нефти, что ведёт к риску закупорки магистралей, снижению пропускной способности и даже авариям. Для решения этих проблем применяются специализированные методы: горячая перекачка (подогрев нефти для снижения вязкости), депрессорные присадки (добавки, подавляющие образование парафиновых отложений) и использование разбавителей (лёгких фракций, уменьшающих плотность сырья).

Например, на магистральном нефтепроводе (МН) «Уса-Ухта», пролегающем через суровые климатические зоны Республики Коми, основной проблемой является транспортировка высокопарафинистой нефти при низких температурах. Здесь успешно реализован метод горячей перекачки, что позволяет сохранять её текучесть и предотвращать образование пробок. Этот подход, несмотря на энергозатратность, обеспечивает стабильность работы магистрали и минимизирует эксплуатационные риски.

В данной работе авторы проанализировали возможность применения разнообразных теплоизоляционных покрытий для уменьшения тепловых потерь при транспортировке нефти по трубопроводу. Это позволило бы снизить энергозатраты на её подогрев. Для оценки эффективности методов было выполнено компьютерное моделирование в программе MathCad, а также проведен расчет экономической целесообразности предложенных решений.

Расчёт «горячих» нефтепроводов. В типичной ситуации уравнение теплового баланса для участка трубопровода длиной dx, находящегося на расстоянии x от его начальной точки, можно представить следующим образом:

$$K \cdot \pi \cdot d \cdot (T - T_0)dx - Q \cdot \rho \cdot g \cdot i \cdot dx + \frac{Q \cdot \rho \cdot \varepsilon \cdot \lambda}{T_{\text{нп}} - T_{\text{кп}}} \cdot dT = -Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot dT, \quad (1)$$

где K – коэффициент теплопередачи,

d – условный диаметр,

T – температура нефти на расстоянии x,

T_0 – среднее значение температуры грунта,

Q – объёмный расход нефти,

ρ – плотность перекачиваемой среды,

i – гидравлический уклон,

ε – массовое содержание парафина в нефти,

λ – теплота кристаллизации,

$T_{\text{нп}}$ и $T_{\text{кп}}$ – температуры начала и конца выпадения парафина,

C_p – теплоёмкость нефти [1].

Тепловые потери в окружающую среду с участка трубопровода длиной dx возникают вследствие разницы температур между транспортируемой средой и внешней средой. Эти потери представлены в качестве первого слагаемого и определяются теплопроводностью материала трубы, свойствами изоляции (если она присутствует), а также коэффициентом теплоотдачи на границе «труба–окружающая среда».

Второе слагаемое в уравнении теплового баланса соответствует тепловыделению, вызванному трением транспортируемой среды о стенки трубопровода в рассматриваемом сечении. Поскольку эта теплота трения частично компенсирует теплопотери в окружающую среду, в уравнении перед данным слагаемым стоит знак «минус». Этот член учитывает энергию, выделяющуюся из-за диссипативных процессов (вязкостного трения, турбулентности, шероховатости стенок). Несмотря на локальное нагревание среды, в уравнении баланса он формально уменьшает общие теплопотери, так как вносит положительный вклад в теплосодержание элемента dx.

Третье слагаемое в уравнении теплового баланса соответствует тепловыделению, сопровождающему процесс кристаллизации парафина в транспортируемой среде. Теплота кристаллизации частично компенсирует теплопотери в окружающую среду.

Приняв среднее значение гидравлического уклона, разделим переменные в уравнении теплового баланса и проинтегрируем:

$$(K \cdot \pi \cdot d \cdot (T - T_0) - Q \cdot \rho \cdot g \cdot i) \cdot dx = \left(-\frac{Q \cdot \rho \cdot \varepsilon \cdot \lambda}{T_{\text{нп}} - T_{\text{кп}}} - Q \cdot \rho \cdot C_p\right) \cdot dT,$$

$$dx = \frac{-\frac{Q \cdot \rho \cdot \varepsilon \cdot \lambda}{T_{\text{нп}} - T_{\text{кп}}} - Q \cdot \rho \cdot C_p}{K \cdot \pi \cdot d \cdot (T - T_0) - Q \cdot \rho \cdot g \cdot i} \cdot dT,$$

$$dx = -\frac{Q \cdot \rho}{K \cdot \pi \cdot d} \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot \lambda}{T_{\text{нп}} - T_{\text{кп}}} + C_p\right) \cdot \frac{1}{(T - T_0) - \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot i}{K \cdot \pi \cdot d}} \cdot dT.$$

Обозначая $C_p^* = \frac{\varepsilon \cdot \lambda}{T_{\text{нп}} - T_{\text{кп}}} + C_p$, получим:

$$\frac{K \cdot \pi \cdot d}{Q \cdot \rho \cdot C_p^*} dx = -\frac{dT}{(T - T_0) - \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot i}{K \cdot \pi \cdot d}}$$

Перепишем последнее выражение с учётом того, что $a = \frac{K \cdot \pi \cdot d}{Q \cdot \rho \cdot C_p^*}$, $b = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot i}{K \cdot \pi \cdot d}$ [2]:

$$adx = -\frac{dT}{(T - T_0) - b},$$

$$\int a dx = -\int \frac{dT}{(T - T_0) - b},$$

$$ax = -\ln(T - T_0 - b) + C.$$

Учитывая, что при $x = 0$, $T = T_{\text{нефти}}$, получаем:

$$C = \ln(T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b).$$

Решение дифференциального уравнения примет вид:

$$ax = -\ln(T - T_0 - b) + \ln(T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b),$$

$$ax = \ln\frac{T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b}{T - T_0 - b},$$

$$e^{ax} = e^{\ln\frac{T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b}{T - T_0 - b}},$$

$$e^{ax} = \frac{T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b}{T - T_0 - b},$$

$$(T - T_0 - b) \cdot e^{ax} = T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b,$$

$$T - T_0 - b = (T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b) \cdot e^{-ax},$$

$$T = T_0 + b + (T_{\text{нефти}} - \mathrm{T}_0 - b) \cdot e^{-ax}, \quad (2)$$

Таким образом, зависимость температуры нефти от длины трубопровода имеет общий вид (2), где $a = \frac{K \cdot \pi \cdot d}{Q \cdot \rho \cdot C_p^*}$ и $b = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot i}{K \cdot \pi \cdot d}$.

Применение теплоизоляционных материалов. Компания АО «Транснефть – Север» представила результаты реализации экологической и энергосберегающей стратегии за минувший 2024 год. Согласно статье [3], благодаря внедрению инновационных решений предприятию удалось сократить потребление электроэнергии на 1,8 млн кВт·ч, что эквивалентно годовому энергопотреблению 600 частных домохозяйств. Кроме того, экономия условного топлива достигла 210 тонн. Экономический эффект от реализации энергосберегающих мероприятий составил 8,5 млн рублей.

Учитывая тот факт, что МН «Уса-Ухта» имеет битумную изоляцию с относительно высоким коэффициентом теплопроводности, можно задуматься над нанесением на трубопровод современных материалов. На рисунке 1 представлена зависимость температуры перекачиваемой нефти от длины трубопровода.

Примерно на 214-ом километре на НПС «Чикшино» установлен пункт подогрева нефти (ППН). Видно, что наибольшее изменение температуры жидкости происходит на участке «Таежная – Ухта-1». Нефть охлаждается более чем на 5,5 ˚С. Наличие теплоизоляционного материала на этом участке позволило бы снизить энергозатраты, направленные на подогрев нефти, доводя её до меньшей температуры.

Среди современных материалов можно выделить пенополиуретан (ППУ), пенополистирол (ППС), а также аэрогели. В работе остановимся на возможном применении ППУ и ППС, характеристика которых представлена в таблице 1.

Для оценки эффективности нанесения теплоизоляционных материалов было выполнено моделирование с помощью программы Mathcad. Основные данные о нефтепроводе, необходимые для моделирования, приведены в таблице 2.

Предварительно произведём некоторые расчёты. Для начала найдём коэффициент теплопередачи, входящий в формулу (2), учитывающий наличие битумной изоляции и слоя пенополиуретана:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи нефти к стенке,

δ – толщина стенки материала (сталь 17ГС, битумная изоляция, ППУ),

λ – теплопроводность материала,

α_2 – коэффициент теплоотдачи стенки ППУ в окружающую среду [5].

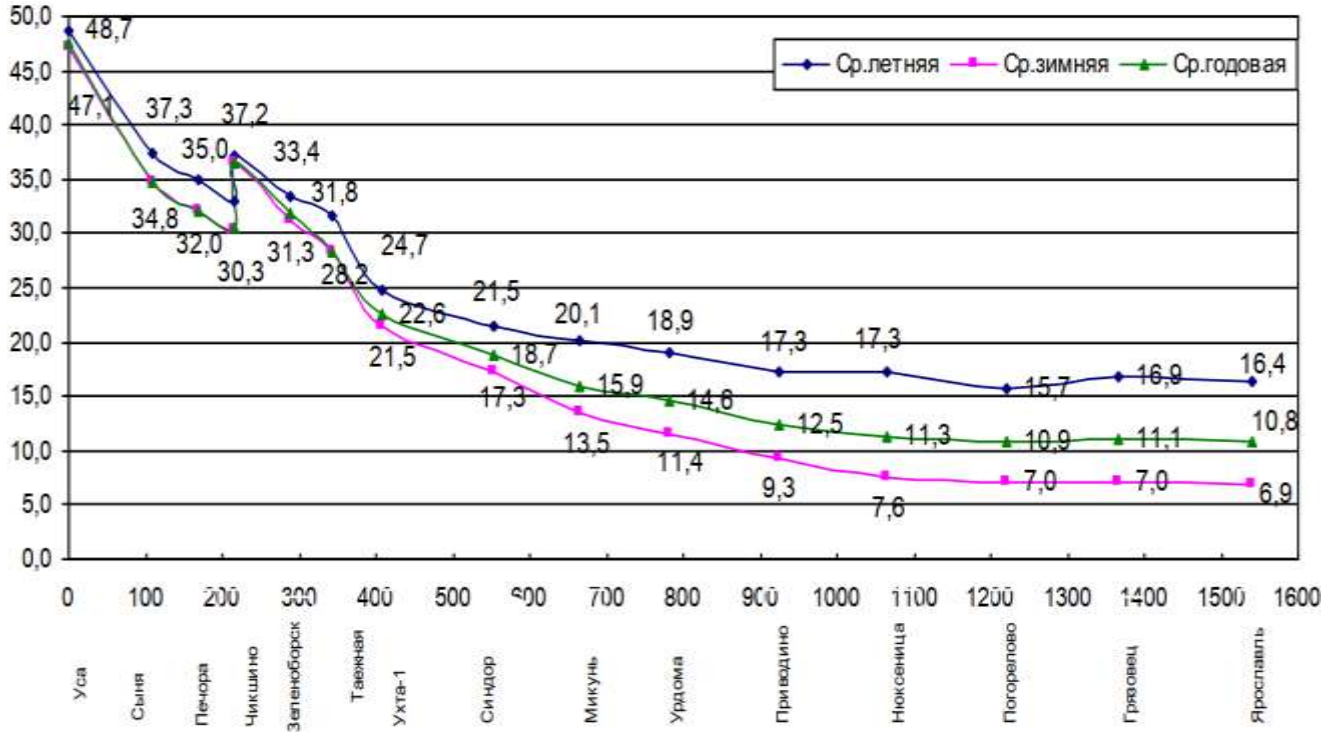


Рисунок 1 – Изменение температуры нефти по МН «Уса-Ухта» [4]

Таблица 1 – Сравнение ППУ и ППС

Характеристика	Пенополиуретан (ППУ)	Пенополистирол (ППС)/XPS
Коэффициент теплопроводности	0,020-0,035 Вт/(м·К)	0,028-0,040 Вт/(м·К)
Преимущества	- Бесшовное покрытие; - Высокая адгезия к поверхности; - Влагостойкость	- Низкая стоимость; - Легкий монтаж; - Влагостойкость
Недостатки	- Горюч (класс Г3-Г4) - Выделяет токсины при горении	- Наличие швов между плитами (мостики холода) - Горюч (Г4)
Плотность	30-80 кг/м^3	25-45 кг/м^3
Температурный диапазон	-50 ˚С до +120 ˚С	-50 ˚С до +75 ˚С
Экологичность	Может выделять летучие вещества (до застывания)	Нетоксичен, при горении выделяет стирол
Долговечность	25-50 лет	15-30 лет

$$\alpha_2 = \frac{2\lambda_{\text{гр}}}{D \cdot \ln\left(\frac{4h_0}{D}\right)},$$

где $\lambda_{\text{гр}}$ – коэффициент теплопроводности грунта,

D – наружный диаметр,

h_0 – глубина заложения до оси.

Таблица 2 – Параметры участка «Таежная – Ухта-1» МН «Уса-Ухта»

Протяженность участка	65,4 км
Внешний диаметр	720 мм
Условный диаметр	700 мм
Средняя температура нефти, поступающей на НПС «Таежная»	28,2 ˚С
Толщина битумной изоляции	5,5 мм
Коэффициент теплопроводности изоляции	0,14 Вт/(м·К)
Средняя температура грунта	5 ˚С
Коэффициент теплопроводности стали	46 Вт/(м·К)
Глубина заложения до оси	1,2 м
Средняя плотность нефти	870,4 кг/м^3

С учётом того, что грунты в районе Ухты являются преимущественно суглинистыми, была выбрана модель грунта, имеющая плотность 1600 кг/м^3, влажность 10%, а также $\lambda_{гр} = 1{,}74$ Вт/(м·К).

$$\alpha_2 = \frac{2 \cdot 1{,}74}{0{,}72 \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 1{,}2}{0{,}72}\right)} = 2{,}548$$

$$K_{битум+ППУ} = \frac{1}{\frac{1}{125} + \left(\frac{0{,}01}{46}\right) + \left(\frac{0{,}0055}{0{,}14}\right) + \left(\frac{0{,}05}{0{,}025}\right) + \frac{1}{2{,}548}} = 0{,}41 \ \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Аналогичным образом рассчитаем коэффициент теплопередачи для ППС с толщиной изоляции 50 мм:

$$K_{битум+ППС} = \frac{1}{\frac{1}{125} + \left(\frac{0{,}01}{46}\right) + \left(\frac{0{,}0055}{0{,}14}\right) + \left(\frac{0{,}05}{0{,}034}\right) + \frac{1}{2{,}548}} = 0{,}52 \ \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Для нефтепровода, имеющего только битумную изоляцию, данный коэффициент равен 2,273 $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$. С учётом данных таблицы 2 был получен следующий график (рис. 2).

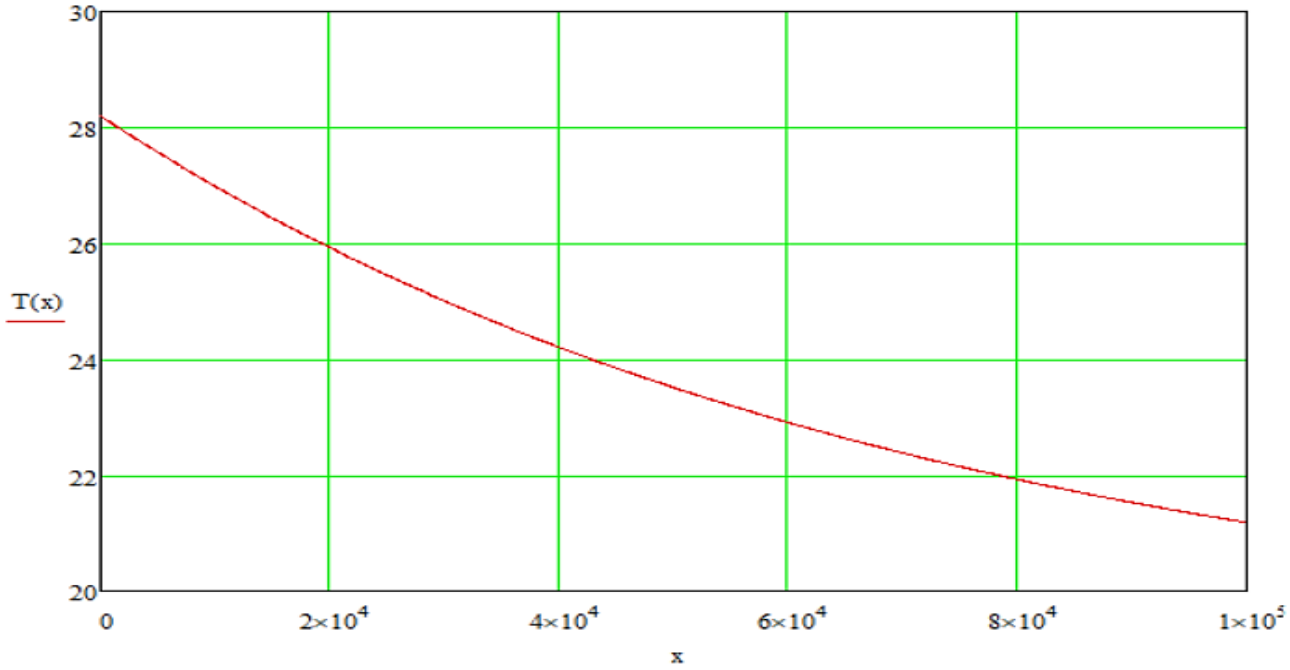


Рисунок 2 – Изменение температуры на участке «Таежная – Ухта-1» МН «Уса-Ухта», имеющего битумную изоляцию

В результате моделирования значение температуры в конце участка получилось очень схожим с реальным (22,6 ˚С).

Теперь построим зависимость температуры от длины трубопровода при наличии ППУ (рис. 3). Нашей задачей станет максимальное снижение температуры среды в начале участка с целью уменьшения энергозатрат, направленных на нагрев нефти на НПС «Чикшино». При этом на 65-ом километре температура всё также должна быть в районе равна 22,6 ˚С.

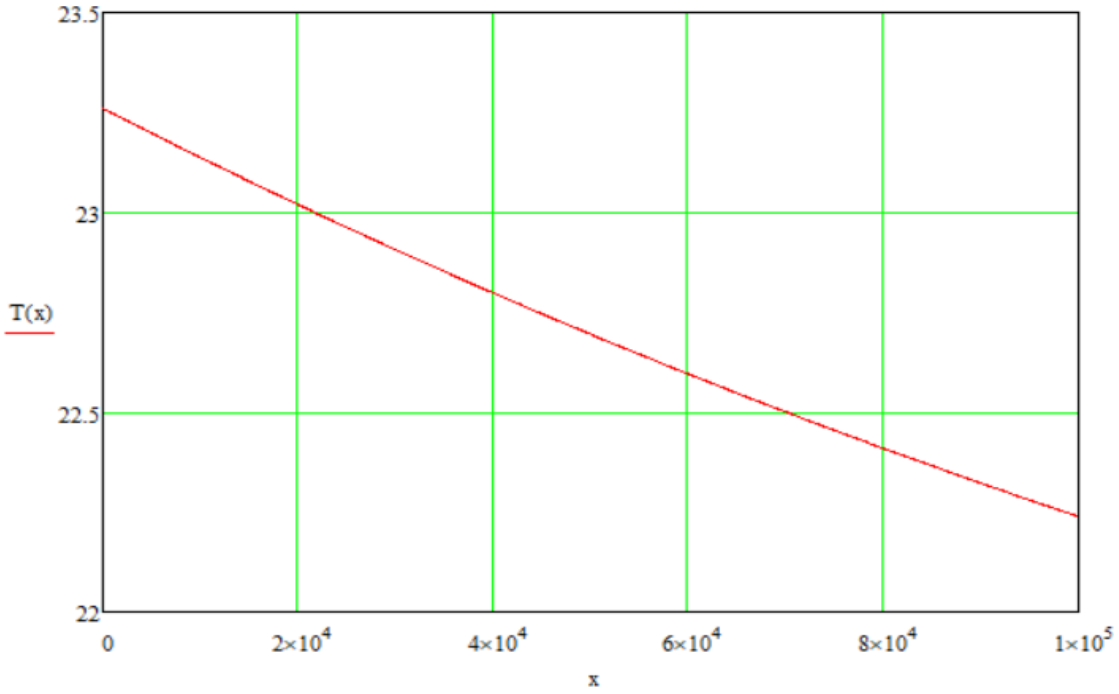


Рисунок 3 – Изменение температуры на участке «Таежная – Ухта-1» МН «Уса-Ухта», имеющего битумную изоляцию и ППУ

С помощью нанесения ППУ толщиной 50 мм нам удалось снизить температуру нагрева нефти на 5 ˚С. Посмотрим насколько менее эффективным будет ППС ввиду более высокого коэффициента теплопередачи (рис. 4).

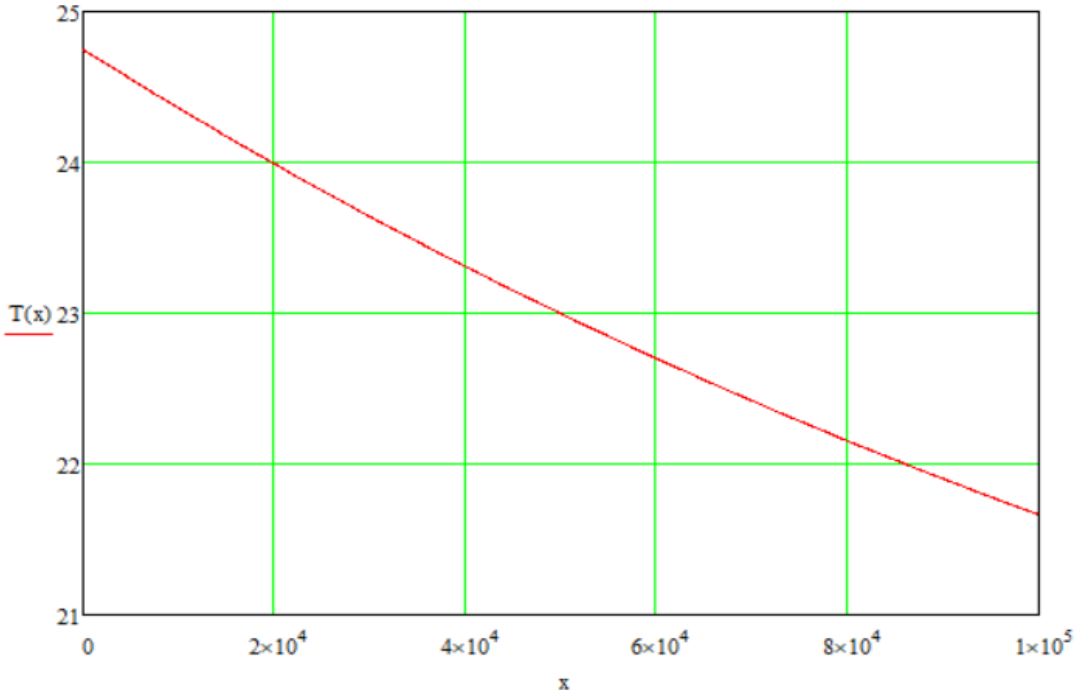


Рисунок 4 – Изменение температуры на участке «Таежная – Ухта-1» МН «Уса-Ухта», имеющего битумную изоляцию и ППС

Для этого варианта исполнения температуру нагрева можно снизить на 3,45 ˚С. На этапе покупки материал будет дешевле, чем ППУ. Но срок эксплуатации ниже (см. табл. 1).

Теперь посчитаем количество теплоты, которое нужно передать нефти на ППН с учётом изоляции. Мощность МН «Уса-Ухта» - 24,3 млн тонн в год.

$$Q = G \cdot c \cdot (T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}), \quad (3)$$

где G – масса нефти,

c – теплоёмкость жидкости,

$T_{\text{кон}}$ и $T_{\text{нач}}$ – температуры на выходе и на приёме ППН.

$$Q_{\text{битум}} = G \cdot c \cdot (T_{\text{кон1}} - T_{\text{нач}}) = 24{,}3 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot 2000 \cdot (37{,}2 - 30{,}3) = 3{,}35 \cdot 10^8 \text{ МДж/год}$$

$$Q_{\text{ППУ}} = G \cdot c \cdot (T_{\text{кон2}} - T_{\text{нач}}) = 24{,}3 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot 2000 \cdot (32{,}2 - 30{,}3) = 9{,}23 \cdot 10^7 \text{ МДж/год}$$

$$Q_{\text{ППС}} = G \cdot c \cdot (T_{\text{кон3}} - T_{\text{нач}}) = 24{,}3 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot 2000 \cdot (33{,}75 - 30{,}3) = 1{,}68 \cdot 10^8 \text{ МДж/год}$$

Представим экономическую выгоду, связанную с уменьшением количества тепла для нагрева нефти в процентах (табл. 3)

Таблица 3 – Снижение условных затрат на нагрев нефти на ППН НПС «Чикшино»

При наличии ППУ на участке «Таежная – Ухта-1»	- 72,45%
При наличии ППС на участке «Таежная – Ухта-1»	- 49,85%

С учётом того, что 1 МДж соответствует 3,6 кВт·ч, а средняя стоимость 1 кВт·ч электроэнергии в России составляет 5 рублей, можно определить годовые эксплуатационные затраты при различных вариантах теплоизоляции.

Экономия в год по сравнению с битумным покрытием: ППУ – 337,1 млн руб. в год, ППС – 231,95 млн руб. в год (табл. 4).

Таблица 4 – Рассчитанные энергозатраты по видам покрытия в денежном эквиваленте

Битумное покрытие	465,3 млн. руб. в год
Пенополиуретан (ППУ)	128,2 млн. руб. в год
Пенополистирол (ППС)	233,35 млн. руб. в год

Стоимость установки ППУ-изоляции на весь нефтепровод составит примерно 498 млн. рублей. Окупаемость составит 1,5 года.

Вывод по работе. Применение ППУ-изоляции на нефтепроводе «Уса-Ухта» позволяет снизить температуру нагрева нефти на ППН «Чикшино» с 28°С до 23°С (-5°С), сохраняя конечную температуру на требуемом уровне 22,6°С, при этом годовая экономия составляет 337 млн рублей при затратах 498 млн рублей и сроке окупаемости 1,5 года, что делает проект технически и экономически целесообразным.

Библиографический список:

1. Новоселов, В. Ф., Коршак А. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Перекачка вязких и застывающих нефтей. Специальные методы перекачки: Учебное пособие. – Уфа : Изд. Уфимск. нефт. ин-та, 1986. – 108 с.

2. Валеев, А. Р. ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ТРУБОПРОВОДОВ. ВОПРОС УЧЕТА НАГРЕВА НЕФТИ И ГАЗА В ТРУБОПРОВОДАХ [Текст] / А. Р. Валеев // Нефтегазовое дело. — 2009. — № 2. — С. 1-12.

3. АО «Транснефть-Север» в 2024 году сэкономило 1,8 млн кВт·ч электроэнергии [Электронный ресурс] // North.Transneft.ru. — 2024. — URL: https://north.transneft.ru/media-center/newspress/news/ao-transneft-sever-v-2024-godu-sekonomilo-1-8-mln-kvt-ch-elektroenergii/ (дата обращения: 09.10.2023).

4. Фёдоров, П. В. Совершенствование методов планирования технологических режимов и контроля процесса транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам: автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. тех. наук: 25.00.19 / П. В. Фёдоров: УГТУ – Ухта, 2011. – 25 с.

5. Установки подготовки нефти (УПН) (обезвоживание и обессоливание нефти). Часть 2: лекция № 5 [Электронный ресурс] / — Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ). — URL: Лекция_№_5_Установки_подготовки_нефти_(УПН)_(обезвоживание_и_обессоливание_нефти)_(часть_2).PDF (дата обращения 14.03.2025).

УДК 622.279.72

Предотвращение гидратообразования на линейной части магистрального газопровода

Щукин И. А., Кузюрин М. А.
Научный руководитель – Семиткина Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Газогидраты представляют собой кристаллические структуры, которые образуются при определенных условиях температуры и давления, когда молекулы газа, чаще всего метана, заключаются в кристаллическую решетку воды.

Образование газогидратов в газопроводах может привести к серьезным проблемам, включая блокировки, снижение пропускной способности и повреждение оборудования. Поэтому предотвращение их образования является важной задачей в эксплуатации газопроводов. В рисунке 1 диаграмма причин аварий на газопроводе.

Рисунок 1 - Диаграмма статистики причин аварий на линейной части газопровода

Газогидраты образуются, когда:
- Температура ниже 0 °C.
- Давление превышает 3-5 МПа.
- Наличие воды в системе (конденсат или высокая влажность газа)

Образование газогидратов в газопроводах представляет собой серьезную проблему, требующую постоянного совершенствования технологий и методов контроля. Современные нововведения направлены на предотвращение образования газогидратов, их устранение, а также на оптимизацию процессов управления. Рассмотрим основные нововведения в этой области.

1. Современные химические ингибиторы. Продемонстрирован на рисунке 2.

- Разработка новых ингибиторов:

Исследуются и внедряются новые химические вещества, которые более эффективно предотвращают образование газогидратов при более низких концентрациях и меньших затратах.

- Экологически чистые ингибиторы:

Появляются новые ингибиторы, которые менее вредны для окружающей среды и более безопасны для использования в производственных условиях.

Рисунок 2 - Современные химические ингибиторы (новые и экологичные ингибаторы)

2. Инновационные методы мониторинга. Продемонстрирован на рисунке 3.

- Интеллектуальные системы мониторинга: Использование IoT-технологий и датчиков для постоянного контроля температуры, давления и влажности в газопроводе. Эти системы позволяют оперативно реагировать на изменения, которые могут привести к образованию газогидратов.

- Модели предсказания: Разработка алгоритмов и программного обеспечения, которые предсказывают возможность образования гидратов на основе собранных данных, что позволяет заранее принимать меры.

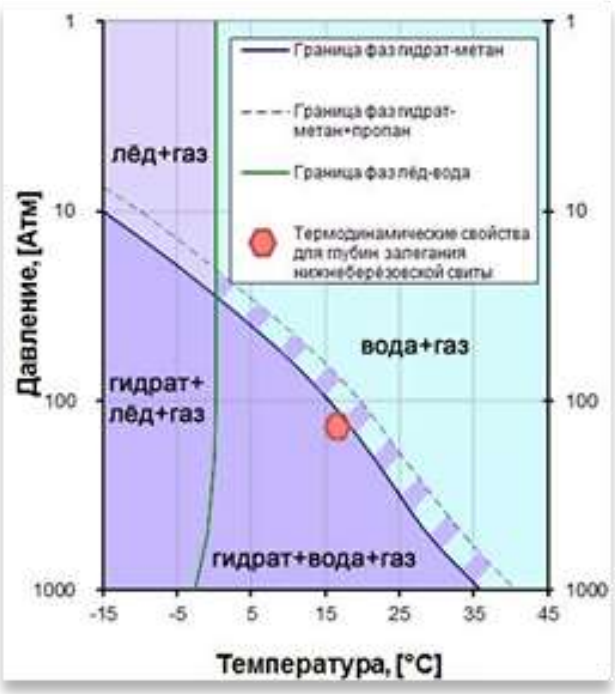


Рисунок 3 - Инновационные методы мониторинга (системы мониторинга и предсказания появления гидратов)

3. Нагревательные технологии. Продемонстрирован на рисунке 4.

- Нагрев газопроводов: Внедрение новых технологий, таких как гибкие нагревательные кабели, которые могут быть легко интегрированы в существующие трубопроводы для поддержания температуры выше точки образования газогидратов.

- Электрический обогрев: Использование передовых технологий электрического обогрева, позволяющих более эффективно и равномерно нагревать трубы.

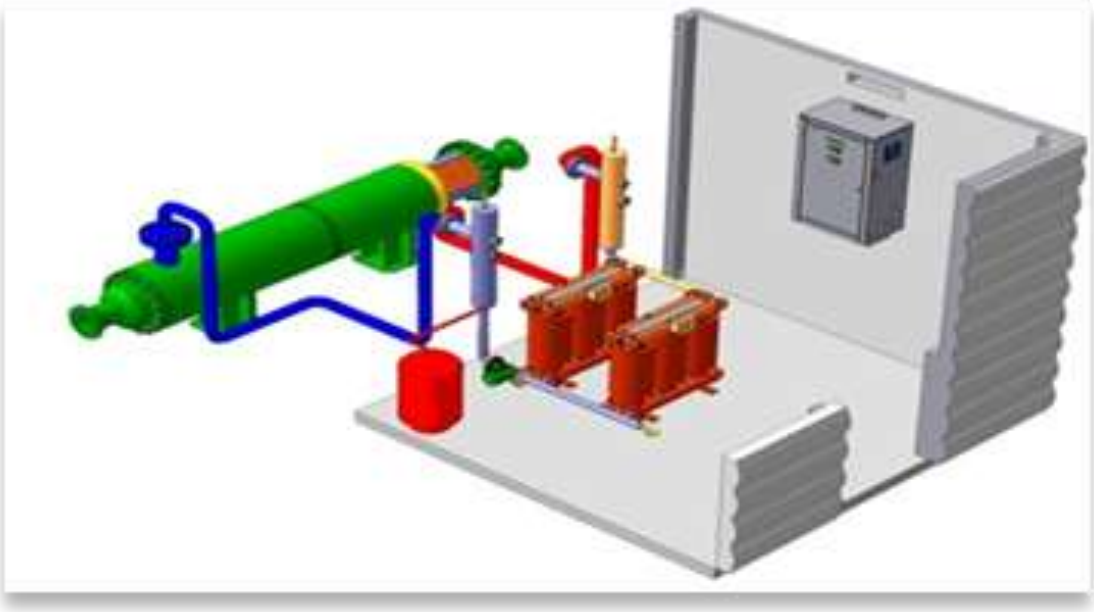


Рисунок 4 - Нагревательные технологии (электрический нагрев и обогрев газопровода)

4. Улучшенные методы удаления. Продемонстрирован на рисунке 5.

- Автоматизированные системы: Разработка автоматизированных систем для удаления газогидратов, которые могут выполнять операции по разрушению и удалению гидратов с минимальным вмешательством человека.

- Комбинированные подходы: Применение методов, сочетающих механические, тепловые и химические технологии для более эффективного устранения образовавшихся газогидратов.

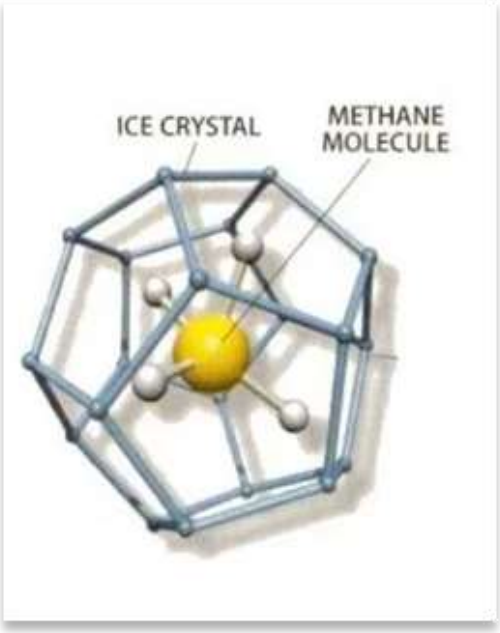


Рисунок 5 - Улучшенные методы удаления (применение автоматизированных систем и комбинированных подходов)

5. Исследования и разработки. Продемонстрирован на рисунке 6.

- Научные исследования: Продолжение исследований по изучению условий образования газогидратов и их поведения в различных средах, что позволяет разрабатывать более точные методы контроля и предотвращения.

- Полевые испытания: Проведение полевых испытаний новых технологий и процедур на действующих газопроводах для оценки их эффективности в реальных условиях эксплуатации.

Нововведения в борьбе с газогидратами на линейной части газопровода направлены на предотвращение их образования, эффективное удаление и улучшение методов контроля. Использование современных технологий, таких как интеллектуальные системы мониторинга, новые химические ингибиторы и инновационные методы нагрева, позволяет значительно повысить безопасность и надежность газотранспортных систем. Эти меры помогают минимизировать риски, связанные с образованием газогидратов, и обеспечивают эффективную эксплуатацию газовых сетей.

Рисунок 6 - Исследования и разработки (научные исследования и полевые испытания)

Для борьбы с гидратами разработаны химические, технологические и физические методы.

- Химические методы также называются ингибиторными, т.к. заключаются в использовании химических реагентов для борьбы с газовыми гидратами – ингибиторов гидратообразования.

- Технологические методы подразумевают под собой поддержание безгидратных режимов эксплуатации промысловых объектов.

- Физические методы включают в себя использование источников теплоты, воздействие физических полей, а также механические действия.

Образование газогидратов в газопроводах и других системах транспортировки углеводородов может иметь серьезные последствия, влияющие на безопасность, эффективность и экономику эксплуатации.

Основные последствия образования газогидратов:

- Затруднение транспортировки газа по газопроводам большой протяжённости, в частности на участках с высокой скоростью потока среды.

- Полная или частичная закупорка сечения трубы, снижает пропускную способность газопровода и способствует возникновению зон высокого давления.

- Газогидраты могут заблокировать трубу, что приводит к снижению или полной остановке потока газа. Блокировка трубопровода может привести к авариям, требующим незамедлительного вмешательства для устранения проблемы. Устранение блокировок, связанных с образованием газогидратов, требует значительных затрат на обслуживание и ремонт.

- Необходимость в дополнительных технологиях: Для борьбы с газогидратами требуются дополнительные технологии и системы, что усложняет эксплуатацию.

- Снижение пропускной способности приводит к уменьшению объемов транспортируемого газа и, соответственно, к потерям доходов.

- Возникновение газодинамических ударов на газораспределительных станциях, которые могут привести к повреждению трубопроводов.

- Формирование ледяной пробки на участке с отрицательной температурой грунта. Ликвидировать её гораздо труднее, чем гидратную.

- Изменение давления в системе: Образование газогидратов может привести к повышению давления в трубопроводе, что создает риск повреждения оборудования и труб.

- Учет в проектировании систем: Образование газогидратов требует учета в проектировании газопроводов, что может увеличить сложности и стоимость проектов.

- Разрыв трубопроводов: Высокое давление может вызвать разрывы трубопроводов, что чревато утечками газа и потенциальными взрывами. В случае разрыва трубопровода существует риск утечки газа в окружающую среду, что может привести к загрязнению и негативному воздействию на экосистему.

- Пожароопасность: течки газа создают опасные ситуации, включая риск возникновения пожаров и взрывов.

Методы борьбы с газогидратами. Пуск и приём СОД на рисунке 7.

Для устранения газогидратов на линейной части газопроводов используют следующие методы:

1. Снижение давления. Участок отключают путём перекрытия линейных запорных кранов, газ с двух сторон выпускается в атмосферу через продувочные свечи до определённого давления либо перекачивается в соседний газопровод. Контроль за снижением давления осуществляют по манометрам, установленным на обводных линиях кранов.

2. Ввод ингибиторов. В качестве ингибиторов применяют метанол, растворы ДЭГ, ТЭГ и хлористого кальция. Введённые в поток газа ингибиторы частично поглощают водяные пары и переводят их в раствор, не образующий гидратов или образующий их при более низких температурах.

• Гидратообразования изменяют термобарические условия образования гидратов и влияют на скорость их образования (газожидкостном потокеметанол, его гомологи, гликоли, водные растворы солей.

• Гидратотложения-блокируют водную фазу в потоке, тем самым резко уменьшается рост гидратных частиц (смесь ингибиторов гидратоотложений включает в себя поверхностно-активные вещества (метил этилсиликонатом натрия) и диэтиленгликоль.

3. Осушка газа. Это операция удаления влаги из газов и газовых смесей. Можно выделить три метода осушки газа: адсорбция, абсорбция и низкотемпературная сепарация.

4. Для борьбы с газогидратами используют скребки в составе электротепломеханического блока.

Такой блок движется по газопроводу под действием потока транспортируемого газа и воздействует на гидратные отложения нагретыми струями газа. В зависимости от типа отложений их нагревают до температуры от плюс 5 °С до плюс 50 °С. Это приводит к разложению гидратов на гидрат метана и переохлаждённую воду, при этом механическая прочность отложений резко снижается, что способствует их разрушению.

При движении по газопроводу электротепломеханического блока размягчённые гидратные отложения разрушаются передним торцом блока, а оставшиеся фрагменты удаляются механическим воздействием нагретых скребковых пружинных элементов.

Химические методы борьбы с гидратами (ингибиторные) заключаются в использовании химических реагентов — ингибиторов гидратообразования.

Ингибиторы гидратообразования делятся на три типа:

1. Термодинамические ингибиторы.

Это водорастворимые вещества, в растворах которых активность воды уменьшается. В качестве таких ингибиторов используют водные растворы электролитов и неэлектролитов.

2. Кинетические ингибиторы.

Рисунок 7 - Пуск и приём СОД

Название и номер патента	Суть метода	Преимущества	Недостатки
1 «Способ очистки газопровода от гидратных отложений» RU2818522C1	Электротепломеханический блок, движущийся по газопроводу под действием потока газа, воздействует на гидратные отложения струями газа, нагретыми до 5-50 °С с помощью электрической энергии.	• Нагрев струй газа • Механическое силовое воздействие • Приемы консервации	• Ограничение эффективности; • Экологические риски; • Стоимость; • Сложность внедрения
2 «Способ предотвращения образования газовых гидратов» RU2380530C2	Способ предусматривает осуществление электромагнитного воздействия на текучую среду. При этом электромагнитное воздействие осуществляют генератором шумовых сигналов, обеспечивающим одновременное воздействие многочастотным широкополосным сигналом со сплошным спектром частот в диапазоне от 10 Гц до 1 ГГц.	• Предотвращение засоров • Разнообразие методов • Эффективность в определенных условиях	• Высокие затраты энергии • Неэффективность при низких температурах • Сложность удаления антифризов • Недостаточная технологическая эффективность
3 «Способ предупреждения образования и ликвидации гидратов в углеводородах» RU2635308C2	Введение антигидратного реагента в углеводороды для предотвращения образования газогидратов. Также подаются газы, которые образуют гидраты при более высоком давлении и низкой температуре, что предотвращает их образование в исходных условиях. Для удаления уже образовавшихся гидратов добавляются газы и реагент в нужных количествах для обеспечения скорости разложения гидратов.	• Эффективность предотвращения • Уменьшение энергетических затрат • Снижение капитальных затрат • Безопасность	• Потенциальные расходы на реагенты • Сложность контроля • Риски, связанные с внедрением
4 «Способ разложения газовых гидратов» RU2805063C1	Способ разложения газовых гидратов включает контакт с реагентом, способствующим их диссоциации, содержащим смесь для экзотермических реакций с выделением тепла, а также дополнительные антигидратные вещества (водные растворы нитрата натрия, хлорида натрия, сульфата натрия, сульфата аммония и азота).	• Эффективность диссоциации • Комплексное воздействие • Получение дополнительных веществ	• Многостадийный процесс • Энергетические потери • Экологические проблемы

Рисунок 8 - Таблица по методам предотвращения и борьбы с газогидратами

Это водорастворимые вещества, которые блокируют на некоторое время процесс зародышеобразования или резко замедляют рост частиц гидратов.

3. Реагенты-антиагломеранты.

Это вещества, которые замедляют или блокируют образование агломератов гидратов.

(Метанол, гликоли (этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль), раствор хлористого кальция).

Некоторые вещества, которые используются в качестве ингибиторов гидратообразования: метанол, этиленгликоль, раствор хлористого кальция.

Важно помнить, что некоторые ингибиторы, например, метанол, токсичны и представляют экологическую опасность.

Применение химических методов для предотвращения и борьбы с газогидратами, может существенно снизить риски остановок и повреждений газопровода, обеспечивая при этом более низкие эксплуатационные затраты в долгосрочной перспективе.

Технологические и физические методы могут быть использованы как дополнительные меры, в зависимости от конкретных условий и требований к системе.

На основе выполненной работы, можно сделать следующие выводы о проделанной работе:

1. Современные представления о гидратах охватывают широкий спектр научных и прикладных вопросов, связанных с их образованием, свойствами и применением. Это подчеркивает важность дальнейших исследований для эффективного использования гидратов и минимизации рисков, связанных с их эксплуатацией.

2. Комбинирование этих методов обеспечивает комплексный подход к борьбе с газогидратами, повышая надежность и безопасность технологических процессов в нефтегазовой отрасли.

3. Наиболее перспективными являются химические методы, особенно использование ингибиторов гидратов, поскольку они эффективно предотвращают образование гидратов при различных условиях и могут быть адаптированы для конкретных условий эксплуатации.

Библиографический список:

1. Иванов, П. П., & Смирнов, И. И. "Методы предотвращения гидратообразования в магистральных газопроводах". Журнал "Газовая промышленность", 2020, № 4, с. 25-32.
2. Петров, В. В. "Анализ методов борьбы с гидратообразованием в газопроводах". Журнал "Энергетика", 2022, № 3, с. 50-58.
3. Материалы международной конференции "Современные технологии в газовой промышленности", 2021. — М.: Издательство "Энергетика", 2021. — 400 с.
4. Баранов, В. И. "Гидратообразование в газопроводах: причины и методы предотвращения". — М.: Стройиздат, 2016. — 320 с.
5. Кузнецов, А. Н. "Технологии эксплуатации магистральных газопроводов". — СПб.: Питер, 2019. — 280 с.

УДК 628.147.22

Исследование связи между вариациями напряженности магнитного поля Земли и работой средств электрохимической защиты

Бойчук З. В., Потапова А. С.
Научный руководитель – Алефиров И. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В связи с агрессивными условиями эксплуатации и природными геофизическими процессами наблюдаются коррозионные разрушения металлических конструкций, трубопроводов. Электрохимическая защита (ЭХЗ) — эффективный метод предотвращения коррозии, но ее эффективность может снижаться под воздействием внешних факторов.

Одним из таких факторов является магнитное поле Земли, которое изменяется периодически и может воздействовать на процессы в электролитах, влияя на ионные и

электрические токи, что изменяет динамику коррозионных реакций. Магнитные бури, связанные с солнечной активностью, изменяют напряженность магнитного поля и могут нарушать защиту, создавая электромагнитные возмущения, влияющие на потенциал.

В условиях глобализации, когда критическая инфраструктура нуждается в надежной защите от коррозии, важно понимать воздействие магнитных бурь для повышения долговечности объектов. Сбои в работе ЭХЗ могут привести к ускоренному разрушению материалов и вызвать серьезные экологические и экономические последствия. ЭХЗ в таких отраслях, как нефтегазовая промышленность, является одной из самых дорогостоящих и трудоемких частей обслуживания инфраструктуры, что делает изучение влияния магнитных возмущений особенно актуальным для снижения затрат [1].

Для исследования характера зависимости между величинами напряженности магнитного поля Земли и потенциала «труба-земля» нам необходимо решить несколько следующих задач:

– определить числовые параметры массивов данных, описывающие суммарно и в сжатой форме наиболее принципиальные особенности распределения величин;

– оценить влияние, оказываемое магнитными бурями, на эффективность установок ЭХЗ;

– проанализировать графики распределения напряженности и потенциала с течением времени.

Магнитное поле Земли — это динамическая и изменяющаяся система, которая играет решающую роль в поддержании жизни на нашей планете. Оно формируется в результате сложных процессов, происходящих в недрах Земли, и защищает нас от воздействия солнечного ветра и космической радиации. Однако магнитное поле не является статичным, оно претерпевает изменения как в долгосрочной перспективе, так и в краткосрочной.

Выделяют четыре основных вариации магнитного поля [3]:

1) Суточные изменения. Происходят вследствие воздействия солнечного излучения, связанны с цикличностью солнечной активности.

2) Магнитные бури. Возникают периодически и происходят по всей земной поверхности либо одновременно, либо запаздыванием на несколько часов.

3) Годовые изменения. Трансформация среднемесячных значений напряженности магнитного поля.

4) Вековые изменения. Происходят в течение длительных периодов времени в десятки и сотни лет. Полюса Земли медленно дрейфуют, а общая интенсивность магнитного поля может ослабляться или усиливаться в зависимости от процессов в ядре планеты.

В данной работе в качестве основного параметра для исследования напряженности был выбран элемент H — горизонтальная составляющая магнитного поля. Это обусловлено тем, что используемый нами в расчетах Kp-индекс аналогично описывает изменения горизонтальной составляющей. Планетарный индекс позволяет оценить интенсивность магнитных бурь и их влияние на магнитосферу Земли. Наблюдения и измерения величины H обеспечивают точную диагностику геомагнитных возмущений [2].

Алгоритм поступления и преобразования данных о напряженности магнитного поля Земли в период с 12:00 16.05.2019 по 12:00 17.05.2019 представлен ниже.

Сведения о состоянии магнитосферы Земли были приняты нами из Полярного геофизического института в Мурманской области. В обсерваториях Кольского полуострова (Ловозеро, Лопарская) круглосуточно ведется запись магнитных вариаций (H, D, Z) на магнитограммах с частотой 10 значений в секунду [4].

Для численной интерпретации изображений мы использовали программу GetData. С ее помощью удалось произвести векторизацию графиков с последующим экспортом в Excel.

Полученную генеральную совокупность значений напряженности за сутки разделили на 24 выборки (для более детального анализа почасовых данных) и произвели расчет числовых характеристик случайной величины каждой выборки: минимальное и максимальное значения, размах выборки, математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение от среднего значения и волатильность (показатель, характеризующий изменение напряженности с течением времени). Сведения по выборкам представили в виде общей базы данных.

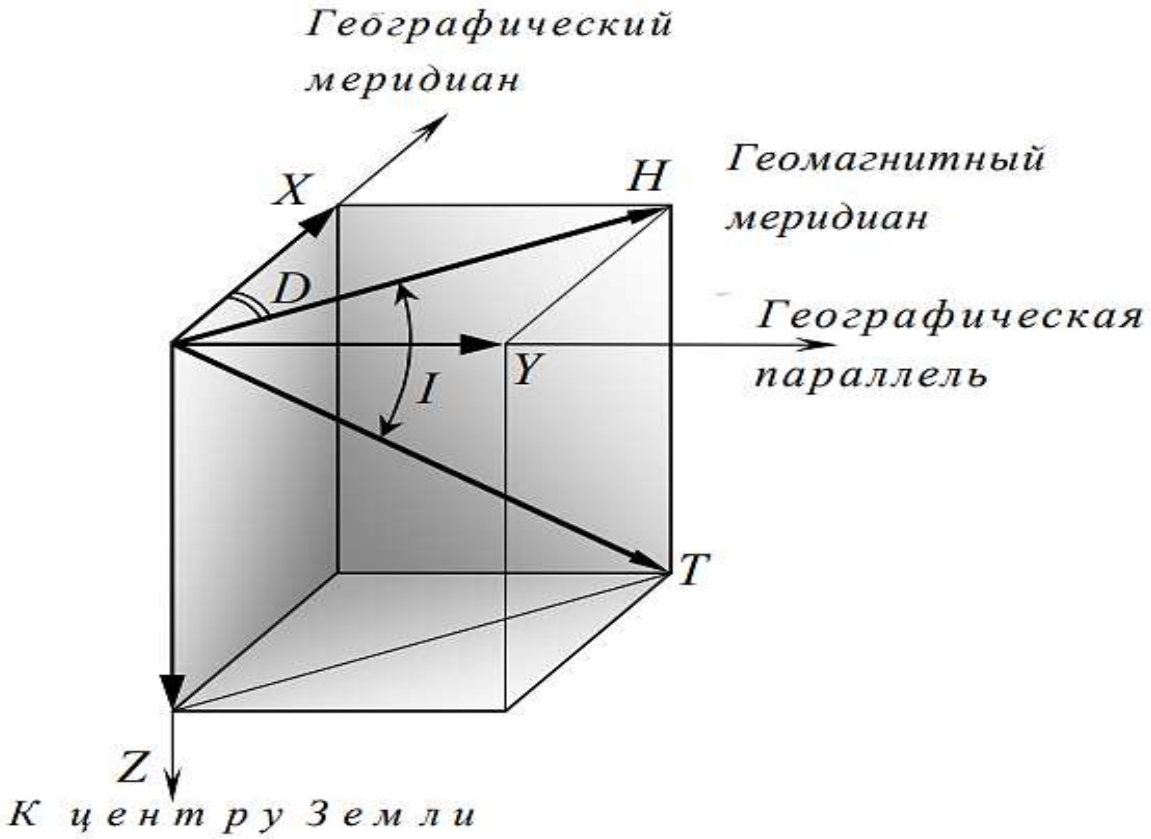


Рисунок 1 – Элементы, описывающие Земной магнетизм

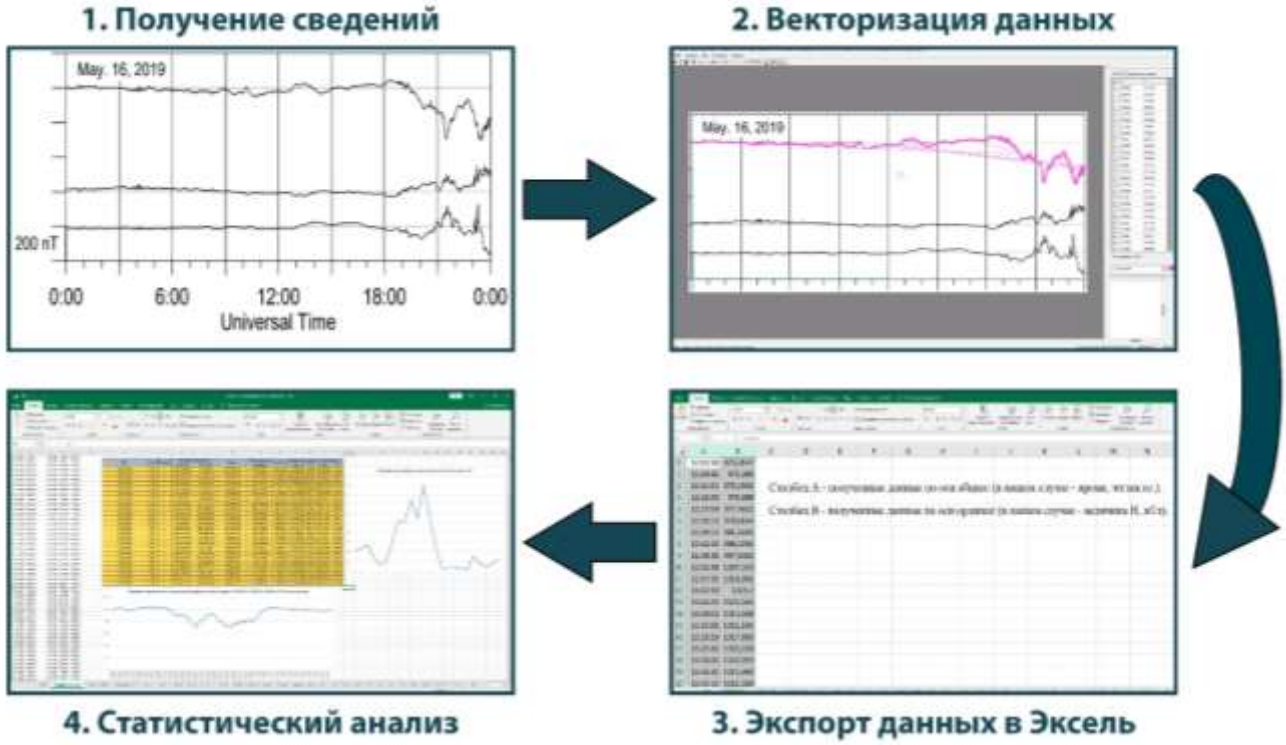


Рисунок 2 – Алгоритм обработки графических показаний

Для решения поставленных задач и анализа воздействия магнитных возмущений на долговечность объектов критической инфраструктуры была разработана методика, направленная на изучение электрохимических процессов, происходящих в условиях внешних воздействий. Методика включает несколько этапов, каждый из которых ориентирован на получение данных, необходимых для эффективной оценки состояния защитных систем.

Таблица 1 – Полученные при расчете числовые характеристики напряженности

Дата	Время	Кр-индекс	Экстремумы совокупности		Размах	Математическое ожидание	Дисперсия	Среднее отклонение		Волатильность	
			минимум	максимум				в ед.	в %	в ед.	в %
16.05.2019	12:00	2	975,3146888	1016,09073	40,77604137	986,5038673	185,33939	13,61394	1,380019	0,00406	0,40595
16.05.2019	13:00	1	995,1538991	1023,700251	28,54635227	1013,60158	72,368287	8,506955	0,83928	0,00458	0,45847
16.05.2019	14:00	1	967,2823037	992,6380113	25,3557076	977,7910558	64,767354	8,047817	0,823061	0,0054	0,54008
16.05.2019	15:00	2	991,6247606	1001,445951	9,821190448	996,7041971	10,252707	3,201985	0,321257	0,00278	0,27817
16.05.2019	16:00	0	1001,907146	1015,331705	13,42455835	1009,929665	17,052705	4,129492	0,408889	0,00118	0,11753
16.05.2019	17:00	1	1012,202614	1019,362703	7,160088954	1015,163137	6,9203956	2,630664	0,259137	0,00188	0,18834
16.05.2019	18:00	1	1018,83823	1040,404083	21,56585369	1029,62575	35,823581	5,98528	0,581306	0,00611	0,61123
16.05.2019	19:00	2	923,452009	1021,735101	98,28309163	988,3609598	789,41947	28,09661	2,842748	0,01052	1,05155
16.05.2019	20:00	2	857,1155209	917,6498505	60,53432955	889,7075703	186,30253	13,64927	1,53413	0,01017	1,01664
16.05.2019	21:00	4	702,5856553	854,0911824	151,5055271	784,9841985	2216,376	47,0784	5,997369	0,01501	1,50097
16.05.2019	22:00	5	857,4061511	929,5400316	72,13388052	895,918267	433,02795	20,80932	2,322681	0,01094	1,09402
16.05.2019	23:00	4	700,202204	845,0653208	144,8631168	765,9134341	1388,8456	37,26722	4,865722	0,01804	1,80397
17.05.2019	0:00	5	785,9848485	980,1136364	194,1287879	884,708193	4829,082	69,4916	7,854748	0,0116	1,15984
17.05.2019	1:00	4	992,4242424	1016,098485	23,67424242	1008,202214	66,814256	8,173999	0,81075	0,00464	0,4644
17.05.2019	2:00	1	1007,575758	1014,962121	7,386363636	1011,231061	6,3708821	2,524061	0,249603	0,0003	0,02959
17.05.2019	3:00	1	1005,113636	1006,818182	1,704545455	1006,060606	0,2941345	0,542342	0,053907	0,00064	0,06415
17.05.2019	4:00	1	1000,568182	1007,19697	6,628787879	1003,996212	5,0967774	2,257604	0,224862	0,00066	0,06559
17.05.2019	5:00	1	995,6439394	1000,189394	4,545454545	998,4280303	2,9990961	1,73179	0,173452	0,00039	0,03911
17.05.2019	6:00	1	988,8257576	995,4545455	6,628787879	992,003367	5,4983052	2,344847	0,236375	0,00035	0,03519
17.05.2019	7:00	1	975,5681818	988,6363636	13,06818182	982,231405	19,420824	4,406906	0,448663	0,00303	0,30343
17.05.2019	8:00	1	974,8106061	980,8712121	6,060606061	976,7992424	3,639018	1,907621	0,195293	0,00142	0,14232
17.05.2019	9:00	1	969,1287879	978,219697	9,090909091	973,5037879	6,9907168	2,643996	0,271596	0,00073	0,07322
17.05.2019	10:00	1	968,3712121	973,8636364	5,492424242	970,8143939	3,8700212	1,967237	0,202638	0,00136	0,13645
17.05.2019	11:00	2	971,4015152	986,3636364	14,96212121	977,8198653	28,890901	5,375026	0,549695	0,00223	0,22262

Методика выполнения работы включает следующие ключевые шаги:

1) Выбираем объект исследования — этот этап предполагает выбор конкретного объекта, который подлежит мониторингу, что позволяет сосредоточиться на его характерных особенностях и условиях эксплуатации. Нами рассмотрен трубопровод со следующими параметрами: наружным диаметром $D_{тп} = 1220$ мм, толщиной стенки $\delta_{тп} = 27 - 41$ мм, рабочим давлением $P_{раб} = 9{,}8$ МПа, протяженностью $L_{тп} = 900$ км.

2) В точке измерений устанавливается самопишущее устройство — современное оборудование, которое автоматически регистрирует ключевые параметры и их изменение в реальном времени.

3) Получение суточного графика потенциала — на этом этапе происходит сбор данных, которые отображают суточные изменения потенциала, что позволяет лучше понять динамику процессов и возможное влияние внешних факторов. График изображен на рисунке 3.

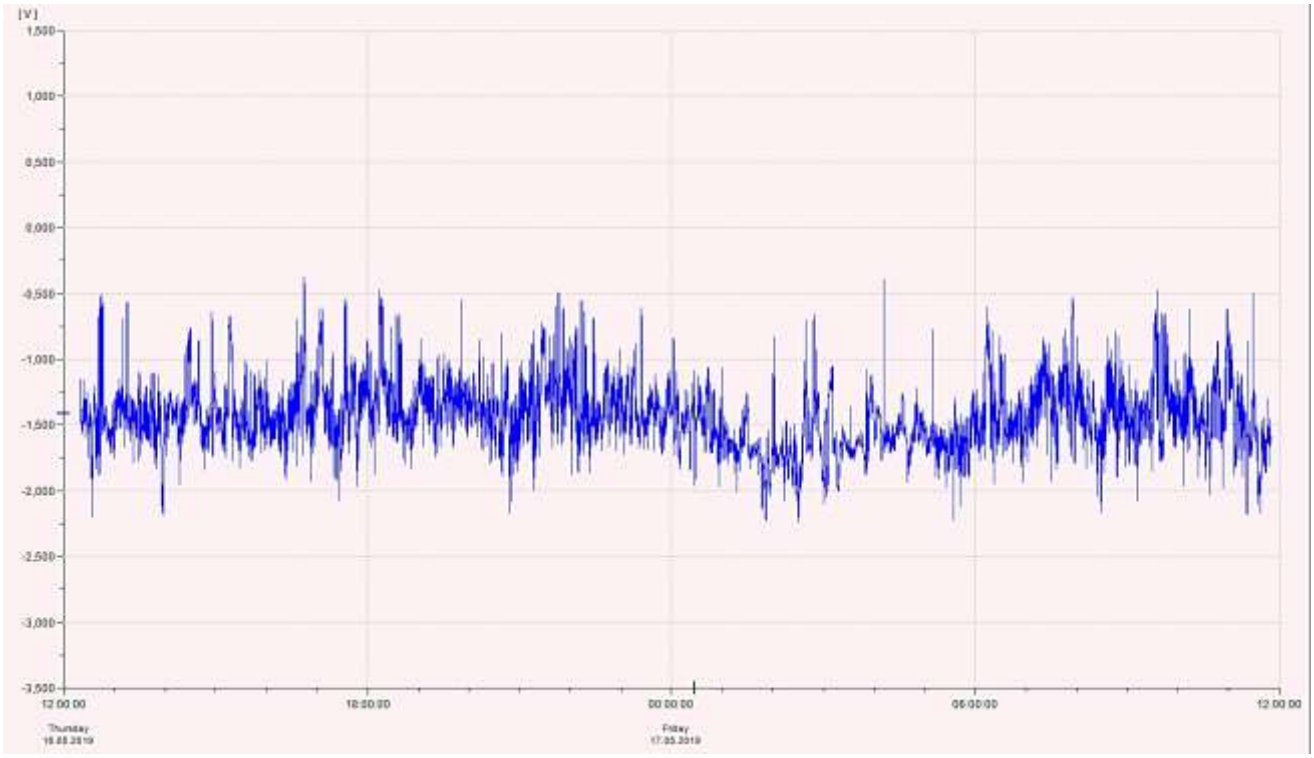


Рисунок 3 – Защитный потенциал трубопровода, варьирующийся в течение суток

4) Экспорт данных на ПК и их изучение с использованием математической статистики — собранные данные экспортируются на персональный компьютер в файл в формате XLS для дальнейшего анализа, что дает возможность более точно обработать и интерпретировать полученные результаты с применением статистических методов.

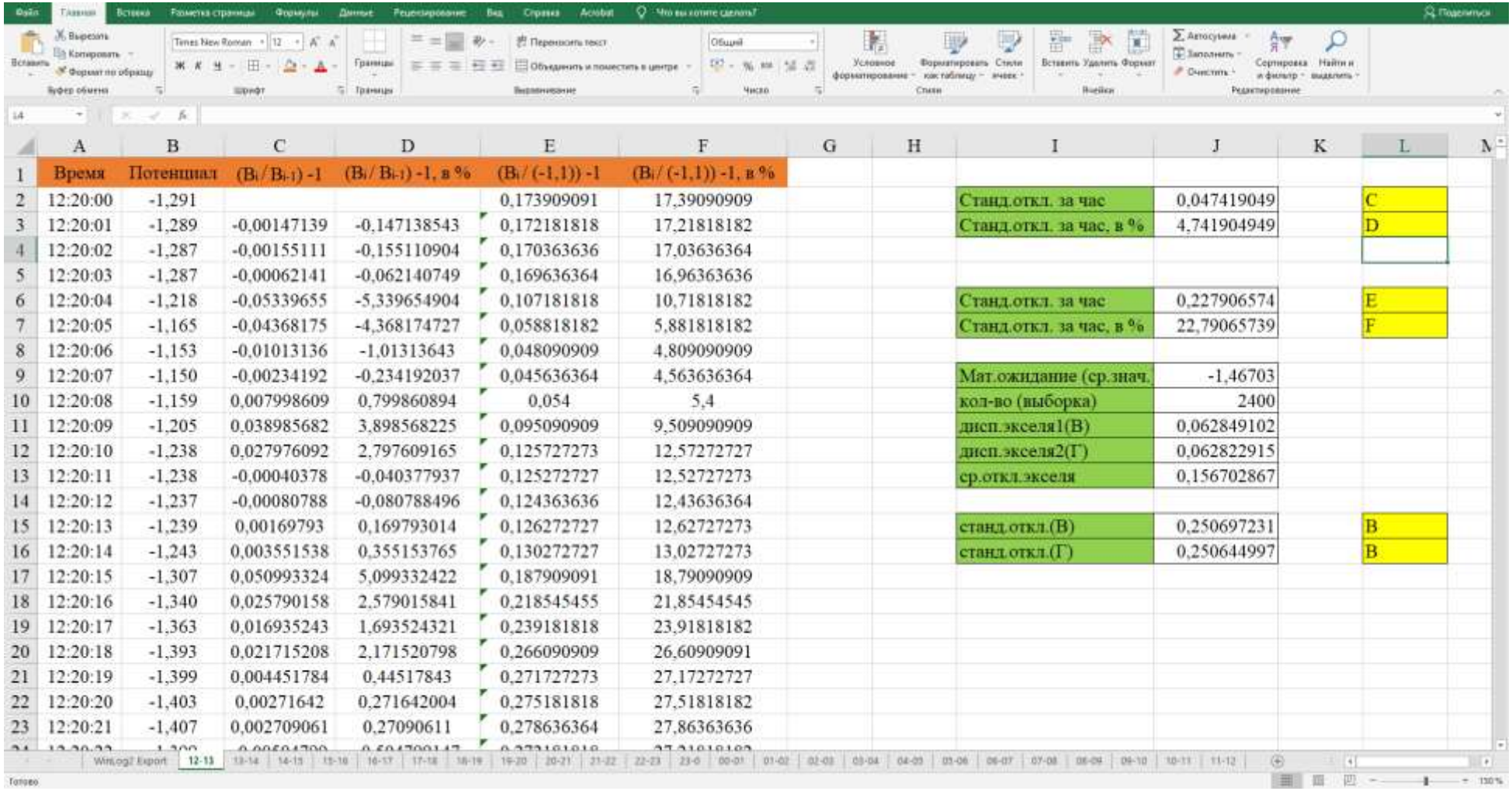
Полученную генеральную совокупность значений напряженности за сутки, разделили на 24 выборки (для более детального анализа почасовых характеристик) и произвели расчет числовых характеристик случайной величины каждой выборки: минимальное и максимальное значения, размах выборки (разность между максимумом и минимумом), математическое ожидание (среднее значение), дисперсию, стандартное отклонение от среднего значения и волатильность (в данном случае – статистический показатель, характеризующий изменение напряженности с течением времени).

Полученные данные по выборкам представлены в виде общей базы данных.

Построение графиков статистических параметров и анализ результатов — на основе статистических вычислений строятся графики, которые позволяют визуализировать ключевые тенденции и выявить закономерности.

Перейдем к анализу полученных графических данных (рис. 5).

Графики представляют собой временные ряды с различными характеристиками.



	A	B	C	D	E	F	I	J	L
1	Время	Потенциал	$(B_i / B_{i-1}) - 1$	$(B_i / B_{i-1}) - 1$, в %	$(B_i / (-1,1)) - 1$	$(B_i / (-1,1)) - 1$, в %			
2	12:20:00	-1,291			0,173909091	17,39090909	Станд.откл. за час	0,047419049	C
3	12:20:01	-1,289	-0,00147139	-0,147138543	0,172181818	17,21818182	Станд.откл. за час, в %	4,741904949	D
4	12:20:02	-1,287	-0,00155111	-0,155110904	0,170363636	17,03636364			
5	12:20:03	-1,287	-0,00062141	-0,062140749	0,169636364	16,96363636			
6	12:20:04	-1,218	-0,05339655	-5,339654904	0,107181818	10,71818182	Станд.откл. за час	0,227906574	E
7	12:20:05	-1,165	-0,04368175	-4,368174727	0,058818182	5,881818182	Станд.откл. за час, в %	22,79065739	F
8	12:20:06	-1,153	-0,01013136	-1,01313643	0,048090909	4,809090909			
9	12:20:07	-1,150	-0,00234192	-0,234192037	0,045636364	4,563636364	Мат.ожидание (ср.знач.	-1,46703	
10	12:20:08	-1,159	0,007998609	0,799860894	0,054	5,4	кол-во (выборка)	2400	
11	12:20:09	-1,205	0,038985682	3,898568225	0,095090909	9,509090909	дисп.экселя1(В)	0,062849102	
12	12:20:10	-1,238	0,027976092	2,797609165	0,125727273	12,57272727	дисп.экселя2(Г)	0,062822915	
13	12:20:11	-1,238	-0,00040378	-0,040377937	0,125272727	12,52727273	ср.откл.экселя	0,156702867	
14	12:20:12	-1,237	-0,00080788	-0,080788496	0,124363636	12,43636364			
15	12:20:13	-1,239	0,00169793	0,169793014	0,126272727	12,62727273	станд.откл.(В)	0,250697231	B
16	12:20:14	-1,243	0,003551538	0,355153765	0,130272727	13,02727273	станд.откл.(Г)	0,250644997	B
17	12:20:15	-1,307	0,050993324	5,099332422	0,187909091	18,79090909			
18	12:20:16	-1,340	0,025790158	2,579015841	0,218545455	21,85454545			
19	12:20:17	-1,363	0,016935243	1,693524321	0,239181818	23,91818182			
20	12:20:18	-1,393	0,021715208	2,171520798	0,266090909	26,60909091			
21	12:20:19	-1,399	0,004451784	0,44517843	0,271727273	27,17272727			
22	12:20:20	-1,403	0,00271642	0,271642004	0,275181818	27,51818182			
23	12:20:21	-1,407	0,002709061	0,27090611	0,278636364	27,86363636			

Рисунок 4 – Результат преобразований данных в формате XLS

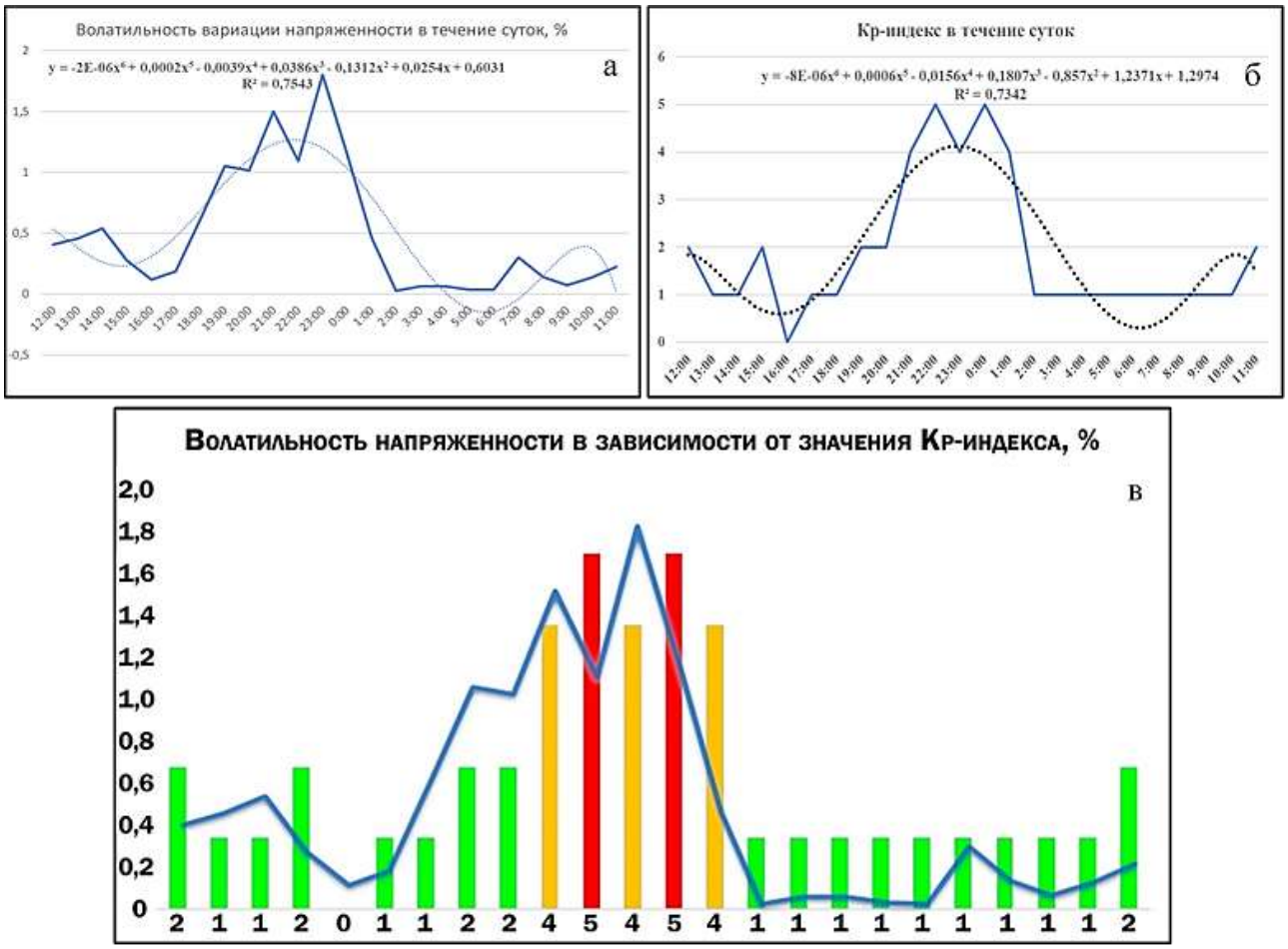
Таблица 2 – Рассчитанные числовые характеристики защитного потенциала

	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Мат.ожидание	-1,47	-1,44	-1,38	-1,41	-1,39	-1,3	-1,31	-1,3	-1,43	-1,23	-1,35	-1,38	-1,47	-1,69	-1,64	-1,61	-1,54	-1,63	-1,43	-1,3	-1,4	-1,37	-1,36	-1,51
кол-во (выборка)	2400	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3070
дисп.экселя1(В)	0,063	0,041	0,044	0,05	0,058	0,085	0,074	0,021	0,033	0,062	0,052	0,03	0,029	0,031	0,071	0,048	0,022	0,018	0,048	0,055	0,044	0,069	0,056	0,09
дисп.экселя2(Г)	0,063	0,041	0,044	0,05	0,058	0,085	0,074	0,021	0,033	0,062	0,052	0,03	0,029	0,031	0,071	0,048	0,022	0,018	0,048	0,055	0,044	0,069	0,056	0,09
ср.откл.экселя	0,157	0,14	0,149	0,16	0,165	0,225	0,207	0,112	0,141	0,184	0,173	0,134	0,135	0,123	0,195	0,162	0,097	0,102	0,157	0,181	0,17	0,195	0,183	0,231
Станд.откл. за час	0,047	0,022	0,018	0,018	0,028	0,025	0,036	0,022	0,017	0,035	0,046	0,016	0,015	0,01	0,019	0,01	0,021	0,014	0,021	0,026	0,024	0,034	0,024	0,031
Станд.откл. за час, %	4,742	2,228	1,828	1,801	2,768	2,526	3,619	2,214	1,702	3,453	4,587	1,597	1,509	1,038	1,858	0,981	2,122	1,433	2,07	2,598	2,432	3,401	2,386	3,071
Станд.откл. за час	0,228	0,183	0,19	0,202	0,219	0,265	0,247	0,131	0,166	0,227	0,207	0,156	0,155	0,16	0,243	0,2	0,136	0,123	0,199	0,213	0,192	0,238	0,215	0,272
Станд.откл. за час, %	22,79	18,32	19	20,24	21,91	26,5	24,73	13,06	16,58	22,69	20,66	15,63	15,54	15,97	24,26	19,98	13,55	12,28	19,86	21,29	19,16	23,8	21,45	27,21
станд.откл.(В)	0,251	0,201	0,209	0,223	0,241	0,291	0,272	0,144	0,182	0,25	0,227	0,172	0,171	0,176	0,267	0,22	0,149	0,135	0,218	0,234	0,211	0,262	0,236	0,299
станд.откл.(Г)	0,251	0,201	0,209	0,223	0,241	0,291	0,272	0,144	0,182	0,25	0,227	0,172	0,171	0,176	0,267	0,22	0,149	0,135	0,218	0,234	0,211	0,262	0,236	0,299
Проценты	25,07	20,15	20,9	22,27	24,1	29,15	27,21	14,36	18,23	24,96	22,72	17,19	17,09	17,57	26,69	21,98	14,91	13,51	21,85	23,42	21,08	26,18	23,6	29,93
Проценты	25,06	20,15	20,9	22,27	24,09	29,14	27,2	14,36	18,23	24,96	22,72	17,19	17,09	17,57	26,69	21,98	14,91	13,51	21,85	23,41	21,08	26,18	23,59	29,93

Первый график – зависимость волатильности напряженности магнитного поля от времени. Исходя из значений напряженности, мы посчитали отношение стандартного отклонения выборки в течение i-го часа к значению математического ожидания. Полученные 24 числа и являлись волатильностью напряженности за сутки.

Второй график – значение Кр-индекса, описывающего геомагнитную активность. Можем заметить, что в промежутке между девятью часами вечера и часом ночи была зафиксирована магнитная буря (4-5 баллов). После этого планетарный индекс падает, т.е. магнитосфера «успокаивается».

На совмещенном графике представлена зависимость напряженности магнитного поля от Кр-индекса. Как мы видим, волатильность коррелирует с планетарным индексом, повторяя его перепады. Это подтверждает нашу гипотезу о связи между двумя данными параметрами. Степень корреляции сильная, однако имеется погрешность в уклонах в некоторых точках, вызванная иными факторами, не учтенными в нашей оценке.



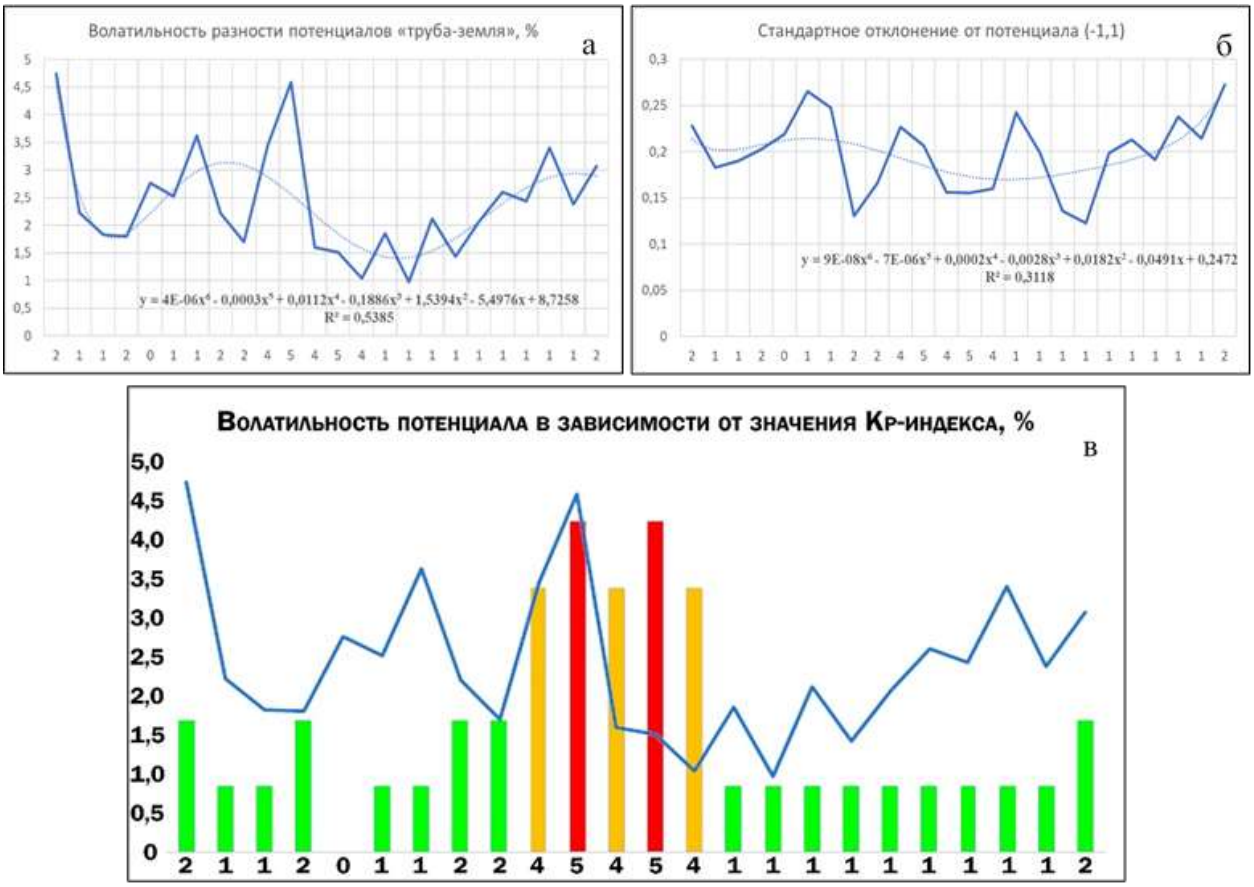
а) зависимость волатильности напряженности от времени,
б) изменение Кр-индекса в течение суток,
в) волатильность напряженности в зависимости от Кр-индекса

Рисунок 5 – Графики, описывающие параметры и характеристики магнитных бурь

Теперь рассмотрим связь между разностью потенциалов «труба-земля» и планетарным индексом (рис. 6).

На графиках представлена зависимость волатильности защитного потенциала от Кр-индекса (в %), а также зависимость отклонения потенциала от значения минус 1,1 при тех же планетарных индексах (в Вольтах). Обратим внимание на то, что потенциал ведет себя беспорядочно, без какой-либо связи с протекающими геомагнитными возмущениями. Об этом также соответствую низкие значения коэффициента детерминации (0,54 и 0,31) и коэффициента корреляции (0,73 и 0,56). Полученные коэффициенты являются признаком того, что связь между параметрами имеется, но выражена она слабо.

Наша теория заключается в том, что магнитные бури оказывают влияние на системы ЭХЗ с некоторой задержкой. Об этом свидетельствует задерживающийся во времени перепад волатильности потенциала.



а) волатильность защитного потенциала,
б) среднее отклонение от защитного потенциала «минус 1,1»,
в) волатильность потенциала в зависимости от Кр-индекса

Рисунок 6 – Графики, описывающие изменение параметров разности потенциалов «труба-земля» в период действия магнитных бурь

Полученные результаты подтверждают, что магнитные бури оказывают существенное влияние на системы электрохимической защиты, изменяя эффективность их работы. Для более точного описания зависимостей следует рассмотреть иные параметры и характеристики.

Подводя итог, можем сказать, что исследование взаимосвязи между вариациями напряженности магнитного поля Земли и эффективностью работы средств электрохимической защиты имеет высокую актуальность, так как оно позволяет:

– предсказать возможные изменения в эффективности ЭХЗ в условиях солнечной активности и магнитных бурь;

– разработать методы коррекции воздействия магнитных возмущений на работу электрохимических систем защиты;

– повысить надежность и долговечность критической инфраструктуры, тем самым добиться экономической устойчивости и экологической безопасности;

– обеспечить научное обоснование для разработки новых стандартов и рекомендаций по проектированию и эксплуатации объектов с учетом влияния геофизических факторов, таких как магнитные бури.

Библиографический список:

1. Фуркин А. В., Совершенствование методик идентификации и оценки опасности источников блуждающих токов, воздействующих на магистральные нефтегазопроводы: дис. канд. техн. наук: 25.00.19 / Фуркин Алексей Владимирович. –Ухта, 2012. – 145 с.

2. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности. М.: Гидрометеоиздат, 1977. 59 с.
3. Александров О. Ю., Совершенствование проектных решений и методик эксплуатации магистральных газонефтепроводов, подверженных воздействию теллурических блуждающих токов. – Ухта, 2018. – 159 с.
4. Воробьев В., PGI Geophusical Data: Полярный геофизический институт / В. Воробьев, В. Бурнаева, Н. Кудряшова. - Мурманск, Апатиты, 2019. - 71 с.

УДК 624.196

Анализ способов бестраншейной прокладки трубопроводов

Щукин И. А., Тоболина И. С.
Научный руководитель - Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Бестраншейная прокладка магистральных трубопроводов через естественные препятствия — это важный аспект проектирования и эксплуатации трубопроводных систем.

Эти методы позволяют минимизировать экологические последствия, сократить время выполнения работ и избежать повреждения существующей инфраструктуры.

В данном анализе будут рассмотрены основные методы, их преимущества и недостатки, а также условия, при которых они наиболее эффективно применяются.

Несколько методик прокладки трубопровода через естественные препятствия:

1. Метод «Наклонно-направленного бурения» (ННБ) подразумевает использование специализированных буровых инструментов для создания пилотной скважины по заранее заданной траектории. После этого скважина расширяется с помощью специальных устройств и головок, которые обмываются буровым раствором. Затем в расширенный проход протаскивается трубопровод. Данный метод продемонстрирован на рисунке 1.

Наклонно-направленное бурение (ННБ) применяется в различных областях, где полезны наклонные скважины. Некоторые из них:

• Прокладка подземных инженерных коммуникаций. ННБ используют для прокладки кабельных линий, водопроводных, канализационных, отопительных труб, трубопроводов для транспортировки нефти, газа, нефтепродуктов.

• Устройство скважин различного назначения. Метод применяют для артезианских, геотермальных скважин, скважин для очистки загрязнённых территорий.

• Ремонт и замена подземных инженерных коммуникаций. ННБ используют, например, для очистки канализационных труб, извлечения из почвы старых трубопроводов.

• Геологические исследования. Метод применяют для бурения в труднодоступных местах, где трудно установить стандартное буровое оборудование.

• Строительство транспортной инфраструктуры. ННБ используют для прокладки трубопроводов для водоснабжения, канализации и газоснабжения под дорогами, железными дорогами и аэропортами.

• Строительство городской инфраструктуры. ННБ применяют для установки фундаментов зданий, мостов и других сооружений, особенно в случаях, когда доступ ограничен или требуется минимальное вмешательство в окружающую среду.

Наклонно-направленное бурение (ННБ) имеет свои ограничения, такие как:

• Работа с твёрдыми, каменистыми породами и грунтами. Трудности возникают при работе с валунными и гравийно-галечниковыми грунтами, а также с грунтами, содержащими включения искусственного происхождения (обломки железобетонных плит, отходы металлургического производства и т. п.).

• Слишком мягкие, сыпучие и влагосодержащие грунты. В таких случаях более подходящим может быть ННБ методом прокола.

• Переходы на малой глубине (менее 1,5 м). Короткие переходы также ограничены из-за ограниченного изгиба штанг.

• Подземные препятствия. К ним относятся, например, отдельные валуны, камни, фрагментарные неоднородные геологические напластования, пустоты, карстовые полости и другие препятствия естественного либо искусственного происхождения.

• Неустойчивые площадки (карст, оползни, подрабатываемые территории).

Стоимость наклонно-направленного бурения (ННБ):

По данным на 6 февраля 2025 года, ориентировочная стоимость работ на прокладку одного погонного метра трубы методом горизонтально-направленного бурения (ННБ) (без стоимости трубы, с НДС 20%): прокол и бестраншейная прокладка газопровода (диаметр трубы от 1020 мм) — от 104000 рублей за метр.

Стоимость ННБ может варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей объекта, таких как категория грунтов, объёмы работ, стеснённые условия работы, пересечение линий ЖД, автомагистралей, рек и других водоёмов.

Рисунок 1 - Метод «Наклонно-направленного бурения»

2. Метод «Микротоннелирование»

Этот метод исключает негативное воздействие на окружающую среду, сохраняя газоны и парки, а также не нарушает транспортное сообщение в мегаполисах, избегая неудобств, связанных с укладкой подземных коммуникаций. Данный метод продемонстрирован на рисунке 2 и схема метода на рисунке 2.

Область применения микротоннелирования;

• Строительство подземных коммуникаций городского назначения — сетей водоснабжения и канализации, коллекторов газовых, электро- и теплосетей.

• Прокладка футляров для электрических кабелей, газо- и нефтепроводов.

• Строительство пересечений взлётно-посадочных полос, железных дорог и автомагистралей.

• Строительство пересечения увлажнённых участков земли.

• Прокладка подводящих конструкций к объектам, расположенным в центре водоёма.

• Обеспечение первичной поддержки для больших тоннелей.

Ограничения микротоннелирования:

• Высокая стоимость комплекта оборудования. Комплект для микротоннелирования может стоить дорого, в зависимости от диаметра микрощита цена варьируется от нескольких десятков тысяч до 5 млн долларов.

• Необходимость в высокой квалификации специалистов. Нужно уметь обслуживать микропроходческий комплекс.

• Ликвидация посторонних предметов. В процессе прокладки коммуникаций микротоннелированием приходится убирать железобетонные колодцы, металлические балки, остатки фундамента, перекладывать существующие коммуникации, если их расположение не соответствует геоподоснове.

• Запрет на прокладку газопровода под тоннелями метрополитена.

• Ограничения по расстоянию между разведочными скважинами. При прокладке инженерных коммуникаций оно не должно превышать 50 м, на участках со сложными инженерно-геологическими условиями — не менее 20 м.

• Требования к минимальной глубине заложения труб. Относительно дневной поверхности грунта она должна быть от 1,5 до 2 диаметров трубы, но не менее 1 м.

• Зазор между трубами экрана и существующими подземными коммуникациями. Он должен быть не менее 1 м, уменьшение зазора допускается при согласовании с владельцами коммуникаций.

Стоимость микротоннелирования:

По данным на 6 февраля 2025 года, ориентировочная стоимость работ на прокладку одного п. м. трубы методом микротоннелирования (включая НДС 20%):

AVN-800, стальная труба (б/у), Ø1020 мм — 74000 рублей (до 200 мп) и 70300 рублей (свыше 200 мп).

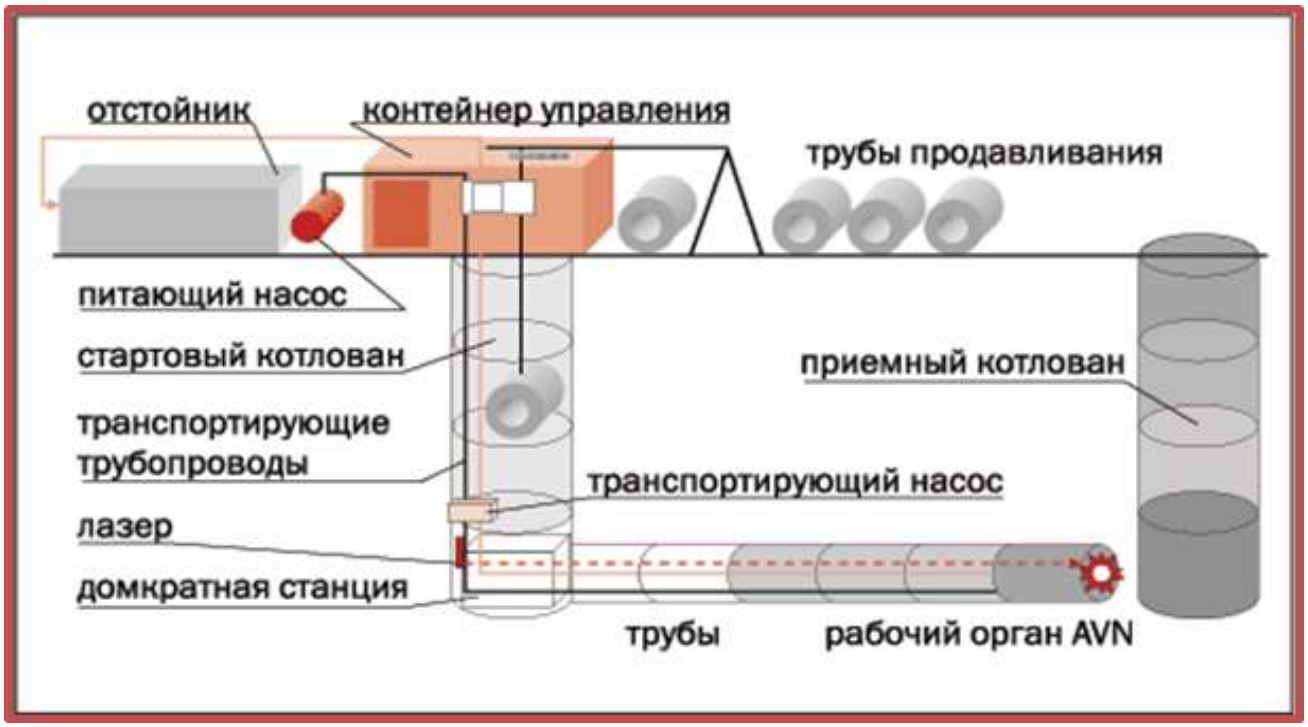


Рисунок 2 - Схема метода «микротоннелирования»

3. Метод «кривых»

Метод кривых — это технология бестраншейной прокладки трубопроводов, которая сочетает в себе методы горизонтального направленного бурения и микротоннелирования. Данный метод продемонстрирован на рисунке 3.

Суть метода заключается в использовании предварительно изогнутых труб, что позволяет уменьшить радиус изгиба прокладываемого трубопровода и, соответственно, протяжённость перехода. Это даёт возможность сократить трудозатраты, расходы на материалы и сроки выполнения работ.

Применение метода заключается в строительстве и капитальном ремонте подводных переходов, в том числе в условиях городской застройки, обводнённых и сложных грунтах. Схема обустройства котлована и монтажной площадки на рисунке 3.

Ограничения метода:

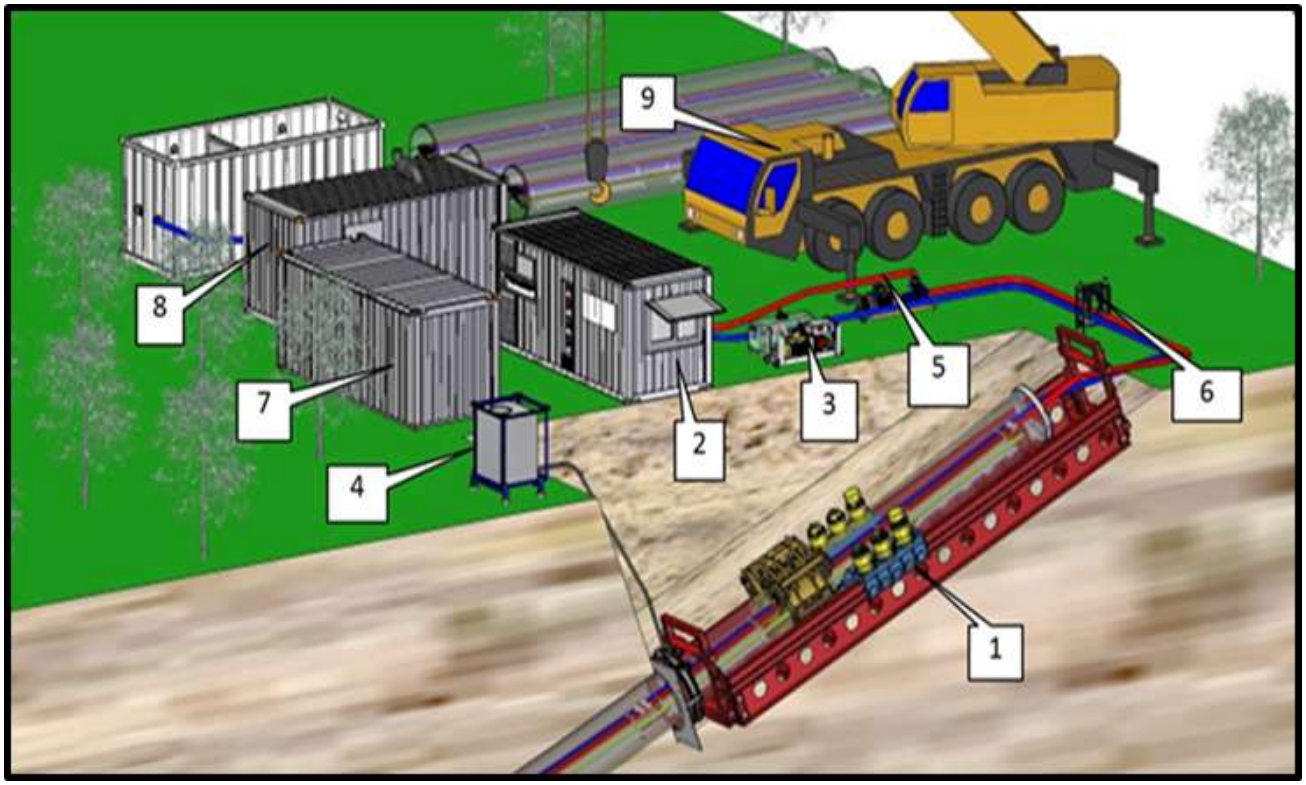
• Вероятность нарушения гидроизоляции. Особенно это критично, если грунт имеет твёрдые включения. Технология предусматривает меры, которые защищают гидроизоляцию, например, закачивание в затрубное пространство густого бентонита. Однако в случае прокладки трубопровода в галечниковых и скальных породах даже закачка бентонита не всегда даёт 100-процентную гарантию целостности покрытия.

• Необходимость открытой подземной укладки береговых участков трубопровода. Это добавляется к работам по прокладке русловой части.

В остальном метод кривых не имеет ограничений по грунтам и температуре окружающей среды: он применяется в грунтах любой категории, от обводнённых до скальных.

Стоимость метода

Стоимость прокладки бестраншейных трубопроводов может колебаться в диапазоне от 30000 до 150000 рублей за метр



1 - установка для продавливания труб «УЗИТ- 400»; 2 - контейнер управления;
3 - насос высокого давления; 4 - станция смешивания бентонита; 5 - грязевой насос;
6 – устройство измерения расхода; 7 - мастерская; 8 - генератор; 9 - автокран.

Рисунок 3 - Схема обустройства котлована и монтажной площадки:

4. Метод «Direct Pipe»

Суть метода

Метод Direct Pipe — Способ заключается в том, что предварительно сваренная и выложенная на стройплощадке плеть труб в один этап продавливается в грунт. Это позволяет прокладывать трубопроводы на большие дистанции за короткое время, это современный способ бестраншейной укладки магистральных трубопроводов, который сочетает в себе преимущества наклонно направленного бурения (HDD) и традиционной укладки труб. Данный метод продемонстрирован на рисунке 4.

Область применения бестраншейного метода Direct Pipe включает:

-прокладку трубопроводов для транспортировки газа, нефти и воды;

-горизонтально направленное бурение для пересечения препятствий;

-подземные переходы через реки, автомобильные и железные дороги;

-микротоннелирование в условиях городской застройки.

Метод Direct Pipe позволяет прокладывать трубопроводы на больших глубинах и через сложные участки, такие как реки, дороги или горные массивы. Он подходит для грунтов с высоким уровнем воды или нестабильными породами. Также технология Direct Pipe используется для сооружения выходов в море, где трубопровод прокладывается непосредственно с материковой части в открытое море.

Ограничения метода:

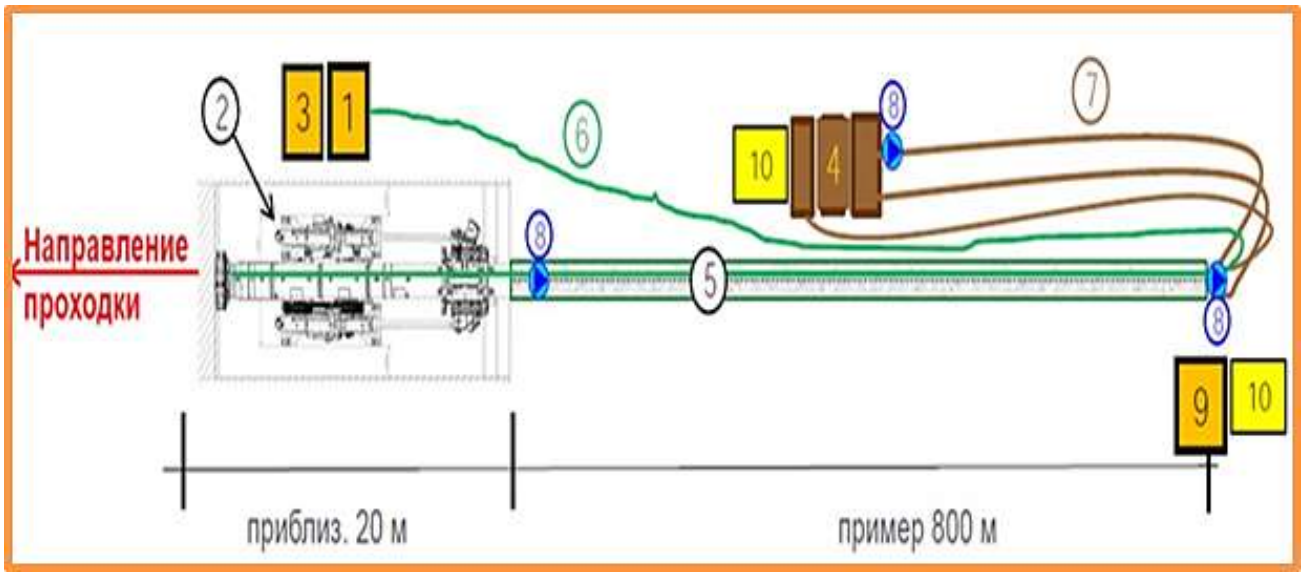
Некоторые ограничения применения метода Direct Pipe для бестраншейной прокладки магистральных трубопроводов:

• Ограниченная возможная протяжённость прокладываемого тоннеля. Это связано с нехваткой мощности гидравлической системы, которая обеспечивает процесс.

• Повышение вероятности повреждения защитной оболочки труб при продавливании плети труб по тоннелю. Это происходит из-за того, что бентонитовый раствор подают только в головную часть плети труб, а по мере её продвижения требуемое смазывающее действие раствора снижается.

Стоимость метода:

Стоимость прокладки сильно варьируется и зависит от множества факторов. Ориентировочно, можно говорить о диапазоне от 130000 до 400000 тысяч за метр.



1 – контейнер управления; 2 – доталкиватель труб;
3 – гидроагрегат для доталкивателя труб;
4 – сепарационная установка и бентонитовая станция; 5 – плеть труб;
6 – кабель передачи данных; 7 – транспортные и бентонитовые линии;
8 – питающие и транспортные насосы; 9 – передвижной силовой модуль; 10 – генератор.

Рисунок 4 - Схема метода «Direct Pipe»

Новые способы прокладки

- «Метод кривых» впервые разработан в 2006 году
- «Технология Pipe Express» был разработан в 2013 году
- Метод «Direct Pipe» был разработан в 2007 году

Методы бестраншейной прокладки магистральных трубопроводов через естественные препятствия предлагают разнообразные решения для эффективной транспортировки углеводородов и других материалов. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор наиболее подходящего способа зависит от конкретных условий, типа труб и требований к проекту.

Метод	Суть	Область применения	Ограничения	Преймущества	Недостатки	Стоимость
Наклонно-направленное бурение (ННБ)	Использование специализированных буровых инструментов для создания пилотной скважины по заранее заданной траектории, расширению ее, и протаскиванию трубопровода ч\з нее	• Нефтегазовая индустрия • Строительство и инфраструктура • Устойчивое развитие и экология • Геотехнические исследования	• Работа с твёрдыми, грунтами. • Слишком мягкие и сыпучие грунты. • Переходы на малой глубине (менее 1,5 м). • Подземные препятствия.	• Увеличение скорости работ. • Возможность работы в нестандартных условиях. • Экономическая эффективность. • Всесезонность работ.	• Высокие начальные инвестиции. • Ограничения по типу почвы. • Сложность обслуживания и ремонта. • Ограничения по длине прокладки.	прокол и бестраншейная прокладка газопровода (диаметр трубы от 1020 мм) — от 104000 рублей за метр.
Микротуннелирование	Автоматизированная проходка тоннеля с продавливанием трубной конструкции обделки, выполняемая без присутствия людей в выработке.	•Строительство подземных газовых сетей. •Прокладка футляров для электрических кабелей, газо- и нефтепроводов. •Пересечения увлажнённых участков земли. •Прокладка к объектам, расположенным в центре водоёма.	• Ликвидация посторонних предметов. • Ограничения по расстоянию между разведочными скважинами • Требования к минимальной глубине заложения труб.	• Универсальность технологии. • Высокая скорость проходки и точность маршрута. • Минимальные затраты на земляные работы	• Высокая стоимость оборудования. • Потребность в высококвалифицированных специалистах. • Значительные затраты на сервисное обслуживание и текущий ремонт.	AVN-800, стальная труба (б/у), Ø1020 мм — 74000 рублей (до 200 мп) и 70300 рублей (свыше 200 мп).
Кривых	Использовании предварительно изогнутых труб, что позволяет уменьшить радиус изгиба прокладываемого трубопровода и, соответственно, протяжённость перехода.	• Строительство • Капитальный ремонт подводных переходов • Обводнённые и сложные грунтах.	• Вероятность нарушения гидроизоляции • Необходимость открытой подземной укладки береговых участков трубопровода.	• Экологичность. • Надёжность и долговечность. • Безопасность эксплуатации • Высокая точность прокладки. • Широкий спектр горно-геологических условий. • Относительно низкая стоимость выполнения работ.	• Отсутствие гарантии целостности покрытия. • Вероятность задиров и нарушения целостности гидроизоляционного покрытия. • Целесообразность определяется индивидуально с учётом конкретных условий, особенностей проекта и поставленных задач.	Стоимость прокладки бестраншейных трубопроводов может колебаться в диапазоне от 30000 до 150000 рублей за метр.
DIRECT PIPE	Предварительно сваренная и выложенная на стройплощадке плеть труб в один этап продавливается в грунт.	• Для пересечения препятствий; • Подземные переходы через реки, автомобильные и железные дороги; • Прокладывается в трубопроводах на больших глубинах и через сложные участки.	• Ограниченная возможная протяжённость прокладываемого тоннеля.	• Проходка в один этап • Малый размер скважины по сравнению с ННБ • Размещение оборудования в одной точке • Рабочий орган специально подбирается под конкретные геологические условия • Постоянная поддержка скважины • Возможность извлечения трубопровода из скважины • Скорость и прецизионная точность в самых сложных геологических условиях	• Ограничение по возможной протяжённости прокладываемого тоннеля. • Повышение силы трения прокладываемой плети труб о стенки пробуренного тоннеля. • Вероятность повреждения защитной оболочки труб в процессе продавливания плети труб по тоннелю. • Потребность в большом количестве бентонитового раствора.	Стоимость прокладки сильно варьируется и зависит от множества факторов. Ориентировочно, можно говорить о диапазоне от 130000 до 400000 тысяч за метр.

Рисунок 5 - Сравнительный анализ рассматриваемых методов

В общем, перспективность метода зависит от конкретных условий и требований проекта. Если необходимо прокладывать крупные трубы на значительных глубинах, то, возможно, Direct Pipe или HDD будут более предпочтительными. В условиях городской инфраструктуры, где нужен больший контроль и меньшие размеры, микротуннелирование может быть более подходящим.

Библиографический сисок:

1. Иванов, П. П., & Смирнов, И. И. "Анализ методов бестраншейной прокладки трубопроводов". Журнал "Строительные технологии", 2021, № 3, с. 45-52.
2. Петров, В. В. "Современные подходы к бестраншейной прокладке трубопроводов через природные и искусственные препятствия". Журнал "Геотехника", 2022, № 2, с. 30-37.
3. Баранов, В. И. "Технологии бестраншейной прокладки трубопроводов". — М.: Стройиздат, 2015. — 256 с.

4. Сидоров, А. А. "Методы бестраншейной прокладки трубопроводов в условиях городских застроек". Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2019. — 25 с.
5. Материалы международной конференции "Современные технологии в строительстве и прокладке трубопроводов", 2022. — М.: Издательство "Стройинформ", 2022. — 450 с. Доклад "Бестраншейные технологии" — с. 120-135.

УДК 621.644.07

Оценка эксплуатационных особенностей магистральных газопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов

Басов А. А.
Научный руководитель – Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Многолетний опыт эксплуатации северных газопроводов демонстрирует, что тепловое взаимодействие газопроводов с мерзлыми грунтами зачастую приводит к дисбалансу равновесия в системе «мерзлый грунт - газопровод», который сопутствует существенным изменением ландшафта местности, что в свою очередь приводит к потере проектного положения (деформациям) газопроводов и, зачастую, к аварийным ситуациям. Мерзлый грунт, если не нарушать его тепловой режим, обладает высокими несущими и прочностными свойствами. Отепление данных грунтов ведет к значительному снижению их несущей способности. Также наоборот, промораживание грунтов со стороны газопровода приводит к криогенному пучения грунтов, что впоследствии негативно влияет на напряженно-деформированное состояния (далее НДС) газопровода. Поэтому проектирование магистральных газопроводов (далее МГ) в условиях ММГ происходит путем комплексного решения задач по минимизации геокриологических факторов (криогенное пучение грунтов, образование термокарстов, солифлюкции и т. п.).

Для предотвращения или сокращения теплового воздействия на мёрзлые грунты применяются средства инженерной защиты. Рациональность их применения во многих случаях зависит от технических расчетов.

Обеспечение необходимой несущей способности и устойчивого положения МГ является одним из основных факторов надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта как на стадии строительства, так и в процессе эксплуатации.Цель работы. Исследование особенностей эксплуатации магистральных газопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

• провести анализ проблем проектирования и эксплуатации магистральных газопроводов в криолитозоне;

• изучить существующие методы повышения эксплуатационной надежности подземных магистральных газопроводов в условиях ММГ;

• определить оптимальные технические решения, позволяющие снизить фактор развития опасных геокриологических процессов;

• провести теплотехнический расчет для определения температурного режима грунтов;

• рассчитать напряженно-деформированное состояние участка магистрального газопровода;

Объектом исследования. Тепловое воздействие магистрального газопровода на многолетнемерзлые грунты.

Методика исследования. Выполнение расчетов проводилось с помощью аналитических методов, заложенных в нормативной документации, и численных методов, реализованных в программных комплексах «ANSYS» и «FROST 3D».

Предмет исследования. Линейная часть магистрального газопровода, прокладка которого осуществлена в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

Практическая значимость. Результаты расчетов по прогнозированию напряженно-деформированного состояния участка и ореола оттаивания грунтов вокруг магистрального газопровода, проведенные с помощью компьютерного моделирования, могут быть применены при проектировании и эксплуатации надежных и безопасных магистральных газопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Был проведен патентный поиск способов теплоизоляции магистральных газопроводов [1].

В Патенте RU 206 283 поставленная задача решается тем, что в комбинированной теплоизоляции подземного трубопровода, представляющей собой короб, внутри которого размещен трубопровод в теплоизоляции, согласно полезной модели, короб покрыт изнутри геомембраной, а также заполнен сухим торфом, при этом в высших точках продольного профиля трассы трубопровода элементы короба выполнены из полистиролбетонных плит со встроенным и выходящим на поверхность автоматизированным вентиляционным патрубком, выполненным с возможностью открывания при срабатывании установленного внутри короба датчика температуры, а на остальных участках трассы элементы короба выполнены из пенополистирольных плит. Элементы короба из пенополистирольных плит выполнены путем их соединения «шип-паз» с использованием композитного клея или клея-пены с требуемыми техническими характеристиками, а элементы короба из полистиролбетонных плит - с использованием композитного клея или клея-пены с требуемыми техническими характеристиками.

Выполнен расчет развития ореола оттаивания при тепловом взаимодействии подземного магистрального газопровода с грунтами. В качестве мероприятия обеспечения надежности МГ в условиях ММГ является применение кольцевой теплоизоляции. Определена геокриологическая опасность, численно выраженная в величине ореола оттаивания для подземного газопровода, проложенного в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов по участку газопровода «Бованенково-Ухта».

Нормативная глубина сезонного оттаивания рассчитывалась по СП 25.13330.2020 [2]:

где:

$$d_{th,n} = \sqrt{\frac{2\lambda_{th}\left(T_{th,c} - T_{bf}\right)t_{th,c}}{q_1} + \left(\frac{Q}{2q_1}\right)^2} - \frac{Q}{2q_1}, \quad (1)$$

$$Q = \left(0{,}25 - \frac{t_{th,c}}{t_1}\right)\left(T_0 - T_{bf}\right)k_m\sqrt{\lambda_f C_f t_{th,c}}; \quad (2)$$

$$q_1 = L_v + \left(\frac{t_{th,c}}{t_2} - 0{,}1\right)\left[C_{th}\left(T_{th,c} - T_{bf}\right) - C_f\left(T_0 - T_{bf}\right)\right]; \quad (3)$$

Tbf -температура начала замерзания грунта, -0,2°С,

Tth,c - расчетная температура поверхности грунта в летний период, 14,27°С,

tth,c - расчетный период положительных температур, 4536 ч,

T_0 - расчетная среднегодовая температура многолетнемерзлого грунта, -6,7 °С;

λth и λf - теплопроводность соответственно талого и мерзлого грунта, Вт/(м×°С), (1.57 Вт/(м×°С) и 1.86 Вт/(м×°С));

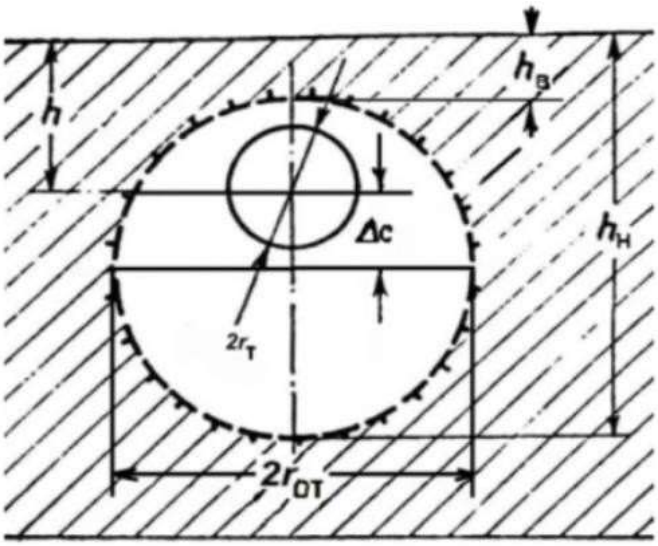
Сth и Сf - объемная теплоемкость соответственно талого и мерзлого грунта, Дж/(м3×°С), (2.46 Дж/(м3×°С) и 1.87 Дж/(м3×°С));

В результате расчетов нормативная глубина сезонного оттаивания составляет 1,8 метров.

Глубина оттаивания ММГ под центром трубы рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$h_н = r_p\sqrt{m^2 - 1}\left(e^n + 1\right) / \left(e^n - 1\right), \quad (4)$$

Расчетная схема данного метода приведена на рисунке 2.1.



$h_н$ – глубина оттаивания ММГ, $h_в$ – мощность слоя ММГ над трубой,
h – глубина заложения трубы от центра до дневной поверхности, $r_т$ – радиус трубы,
Δc – смещение ореола оттаивания, $r_{от}$ – радиус ореола оттаивания

Рисунок 1 – Расчетная схема глубины оттаивания под центром трубы и ореола оттаивания

Результаты расчетов приведены в таблице 1. [4]

Таблица 1 – Глубина оттаивания ММГ под центром трубы по методике СП25.13330.2020

	Глубина оттаивания hн (радиус ореола оттаивания rот), м	
Температура газа, °С	Без теплоизоляции	С теплоизоляцией
0	2,45	1,17
-1	2,2	1,07
-2	1,99	0,99
-3	1,81	0,91
-4	1,67	0,84
-5	1,58	0,81

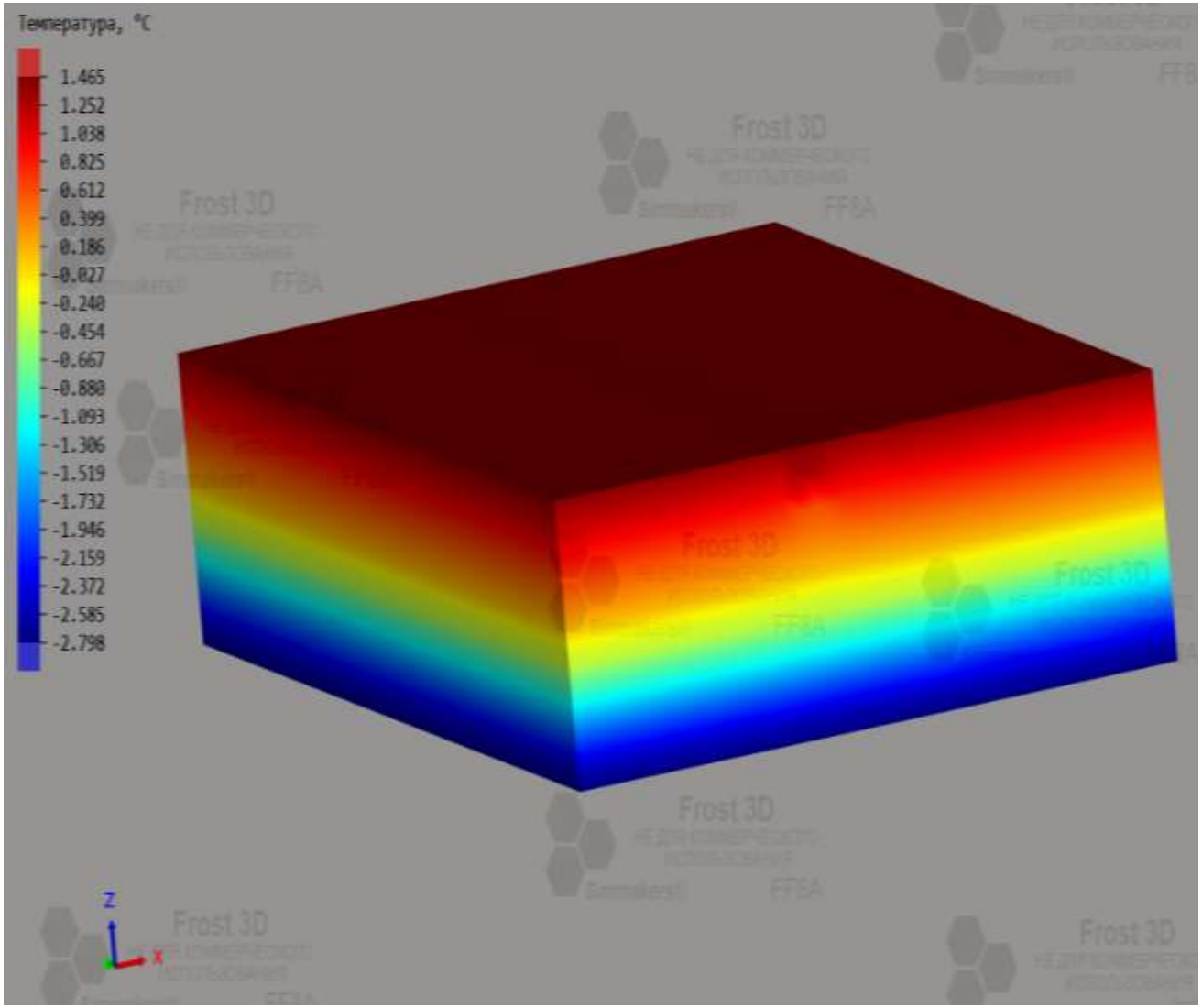
Результаты демонстрируют, что использование кольцевой теплоизоляции многократно снижает тепловое воздействие МГ на грунт.

Компьютерное моделирование в ПК «FROST 3D» [5]:

Объектом исследования является участок магистрального газопровода «Бованенково-Ухта» в условиях многолетнемерзлых грунтов с температурой газа -4°С. Срок расчетного прогноза – 10 лет.

Построена расчетная модель зависимости температуры от глубины грунта на 2034 год при температуре газа -4°С. Как видно по результату, на глубине залегания газопровода образуются положительные температуры в районе 0,8-0,6 °С, то есть идет процесс растепления грунта. Это доказывает крайнюю необходимость применения теплоизоляции, для того чтобы сохранить грунт в мерзлом состоянии.

Далее была построена расчетная модель зависимости температуры от глубины грунта с теплоизоляцией. На глубине залегания газопровода температура грунта составляет примерно -1,08 - -1,338 °С, что значительно ниже по сравнению с отсутствием теплоизоляционного покрытия. Сохраняется отрицательная температура грунта, отсутствует растепление, что показывает необходимость применения кольцевого пенополистерола.



Температура газа -4 °C	
Глубина	Температура грунта °C
0	1,465
0,5	1,252
1	1,038
1,5	0,825
2	0,612
2,5	0,399
3	0,186
3,5	-0,027
4	-0,24
4,5	-0,454
5	-0,667
5,5	-0,88
6	-1,093
6,5	-1,306
7	-1,519
7,5	-1,732
8	-1,946
8,5	-2,159
9	-2,372
9,5	-2,585
10	-2,798

Рисунок 2 – Зависимость температуры грунта от глубины без теплоизоляции

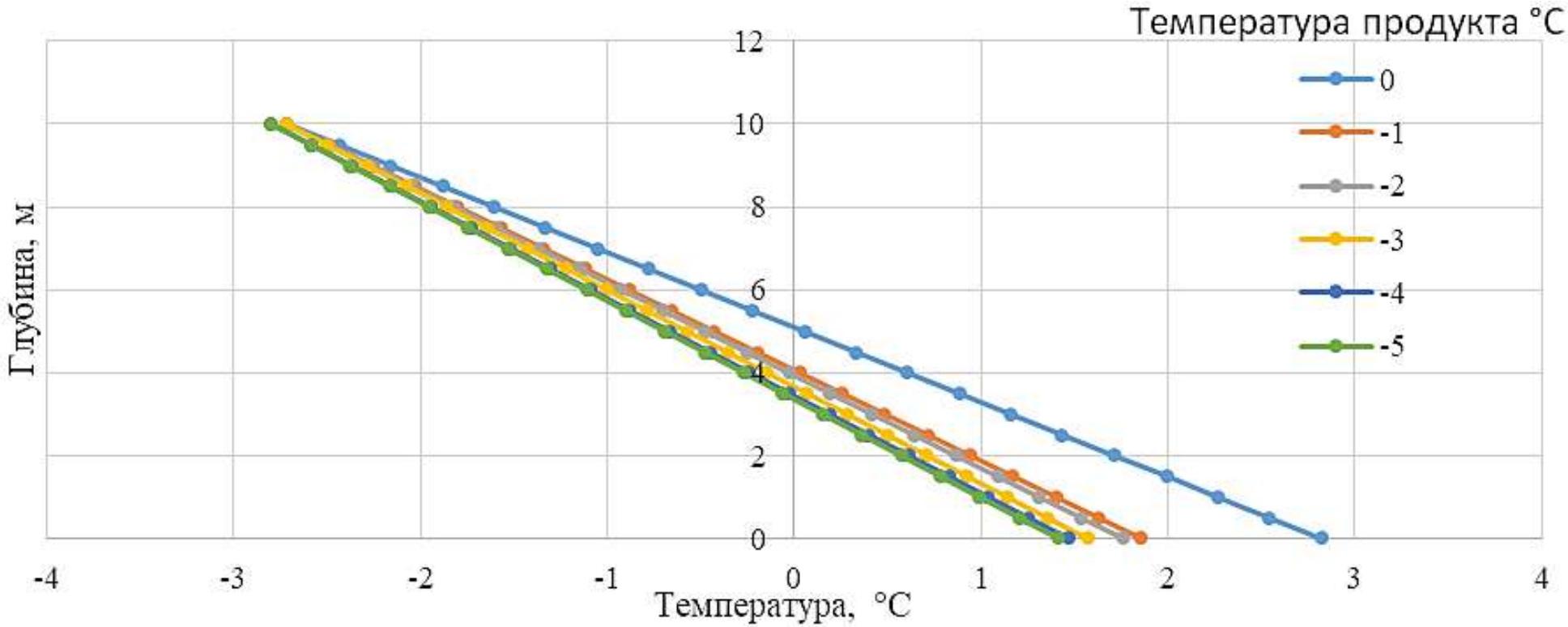
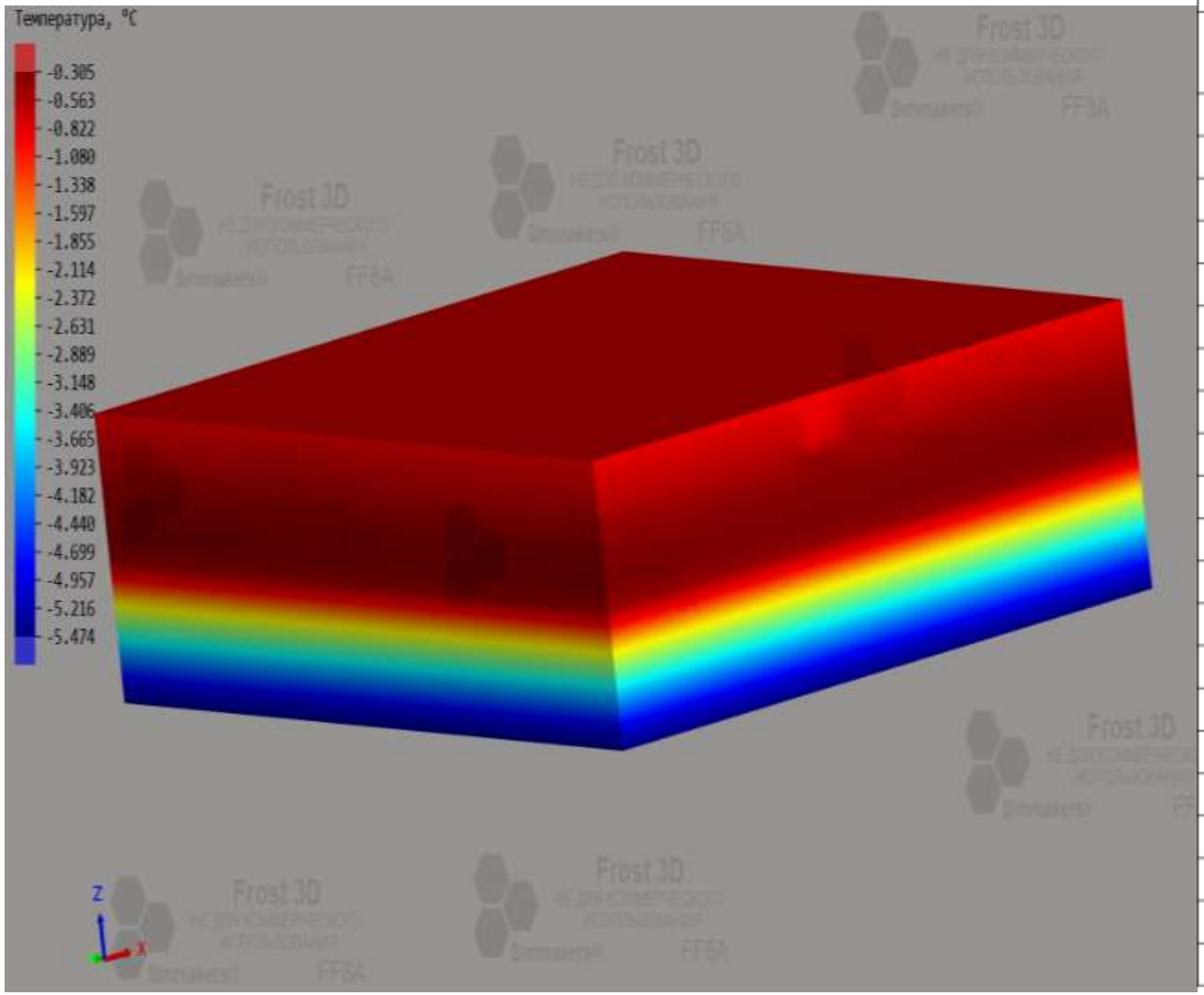


Рисунок 3 – График зависимости температуры грунта от глубины без теплоизоляции



Температура газа -4 °C	
Глубина	Температура грунта °C
0	-0,305
0,5	-0,563
1	-0,822
1,5	-1,08
2	-1,338
2,5	-1,597
3	-1,855
3,5	-2,114
4	-2,372
4,5	-2,631
5	-2,889
5,5	-3,148
6	-3,406
6,5	-3,665
7	-3,923
7,5	-4,182
8	-4,44
8,5	-4,699
9	-4,957
9,5	-5,216
10	-5,474

Рисунок 4 – Зависимость температуры грунта от глубины с теплоизоляцией

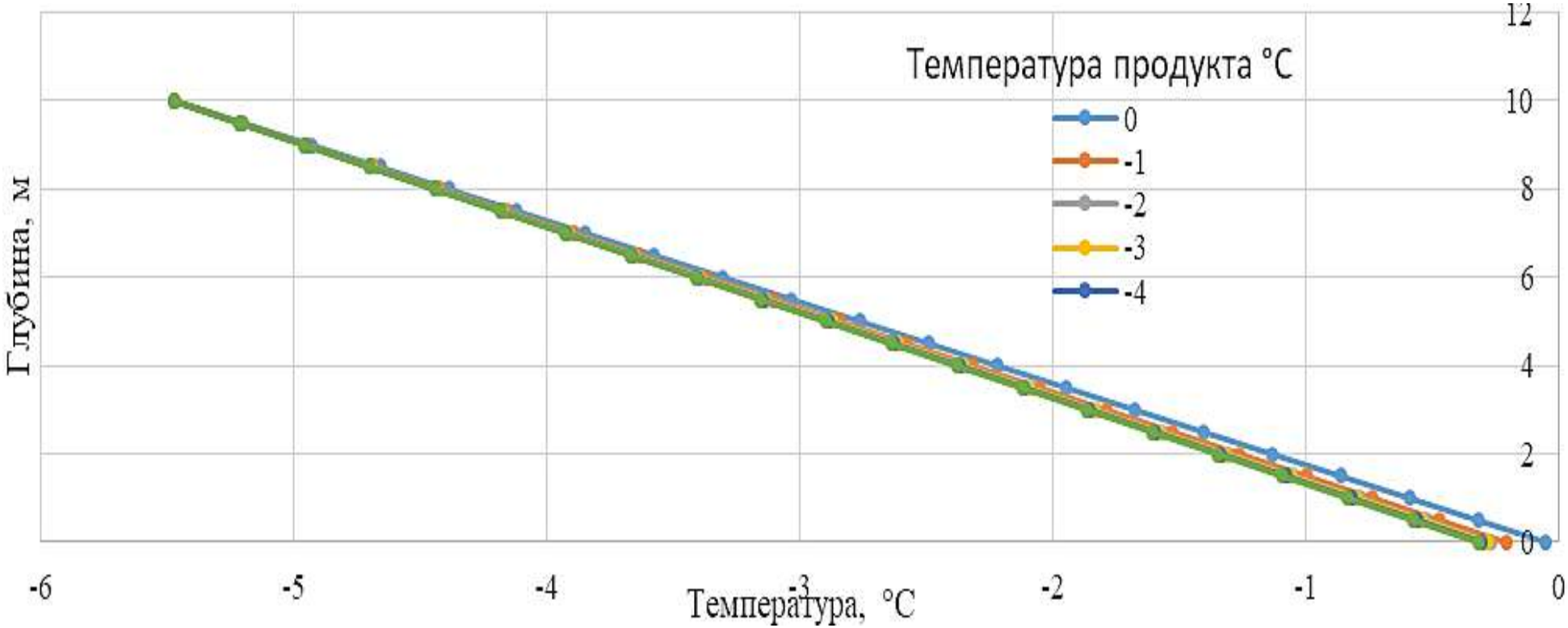


Рисунок 5 – График зависимости температуры грунта от глубины с теплоизоляцией

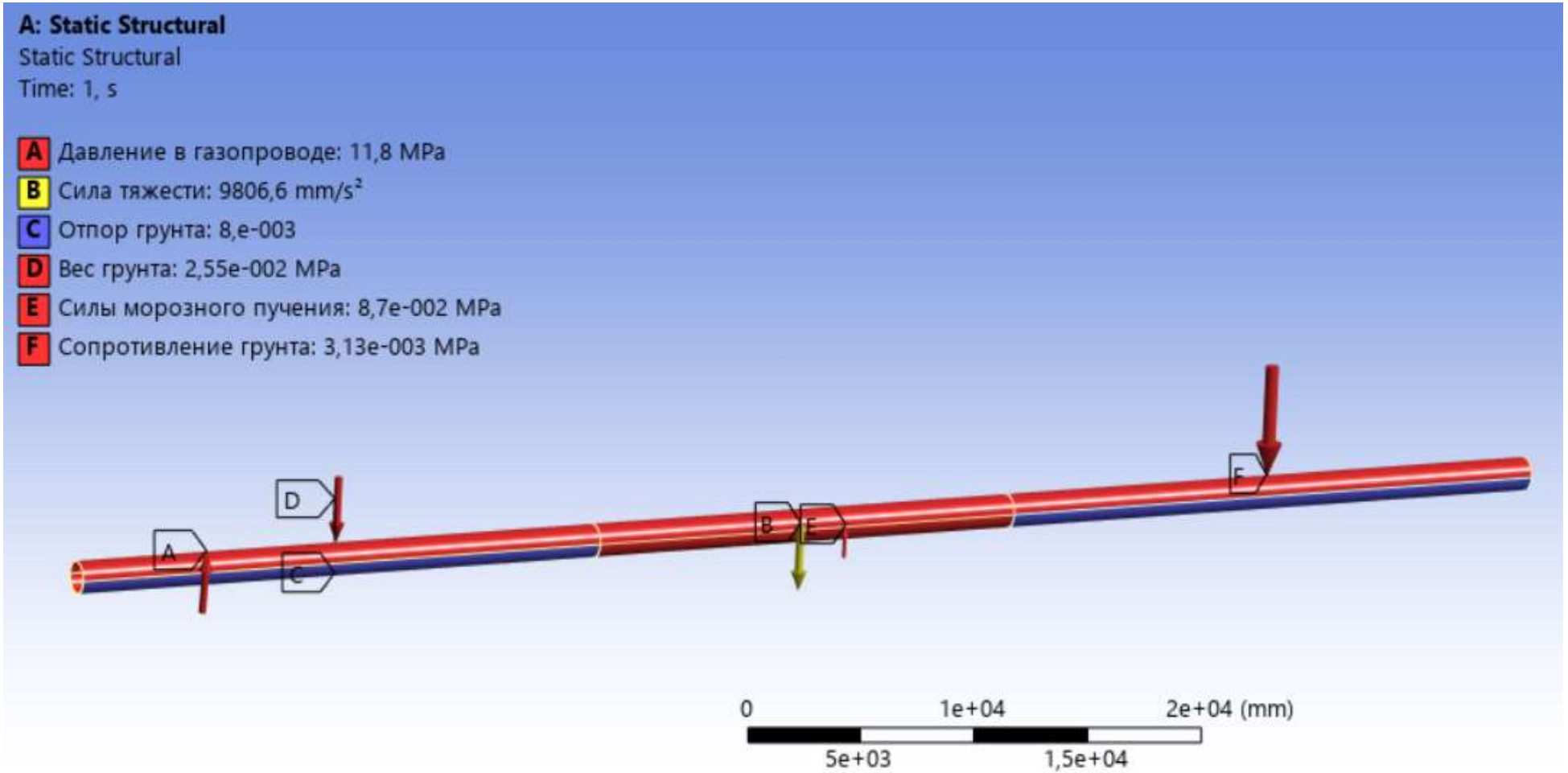


Рисунок 6 – Геометрия, схема приложенных нагрузок и граничные условия модели

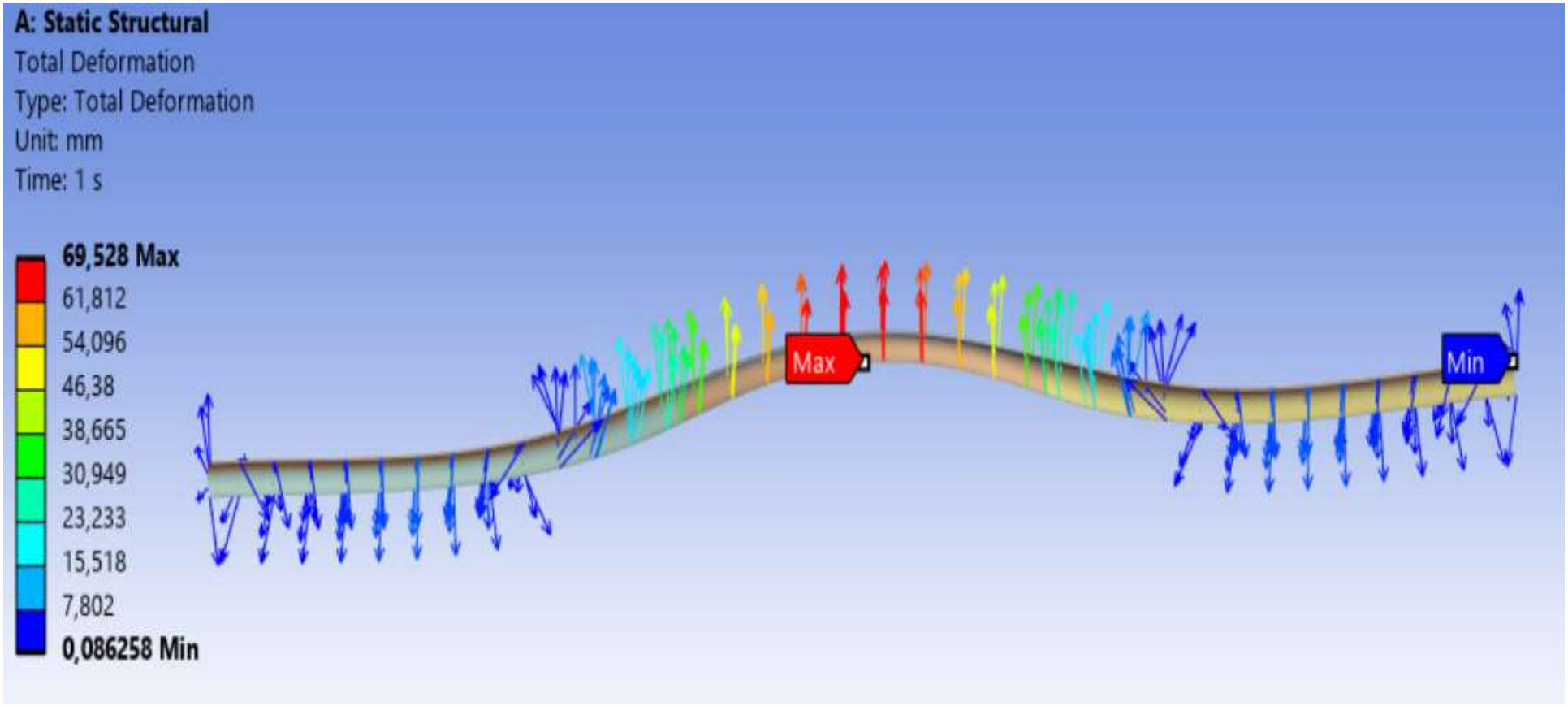


Рисунок 7 – Распределение полных деформаций и вектора перемещений газопровода

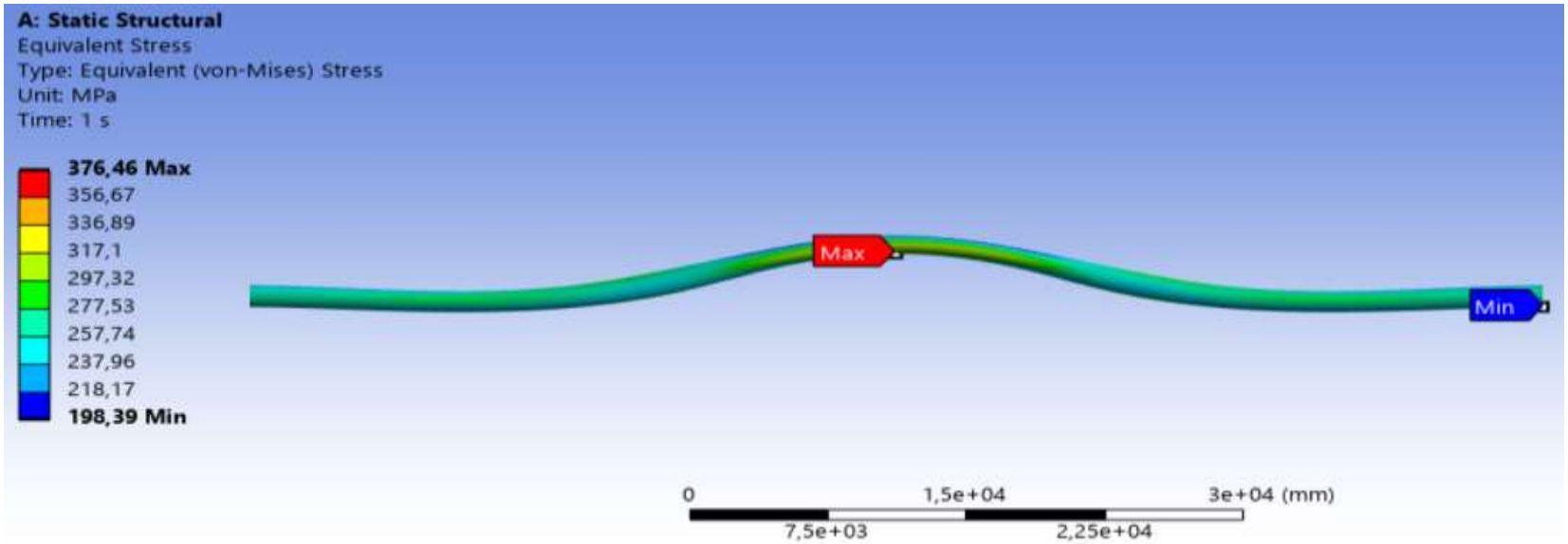


Рисунок 8 – Распределение эквивалентных напряжений участка газопровода

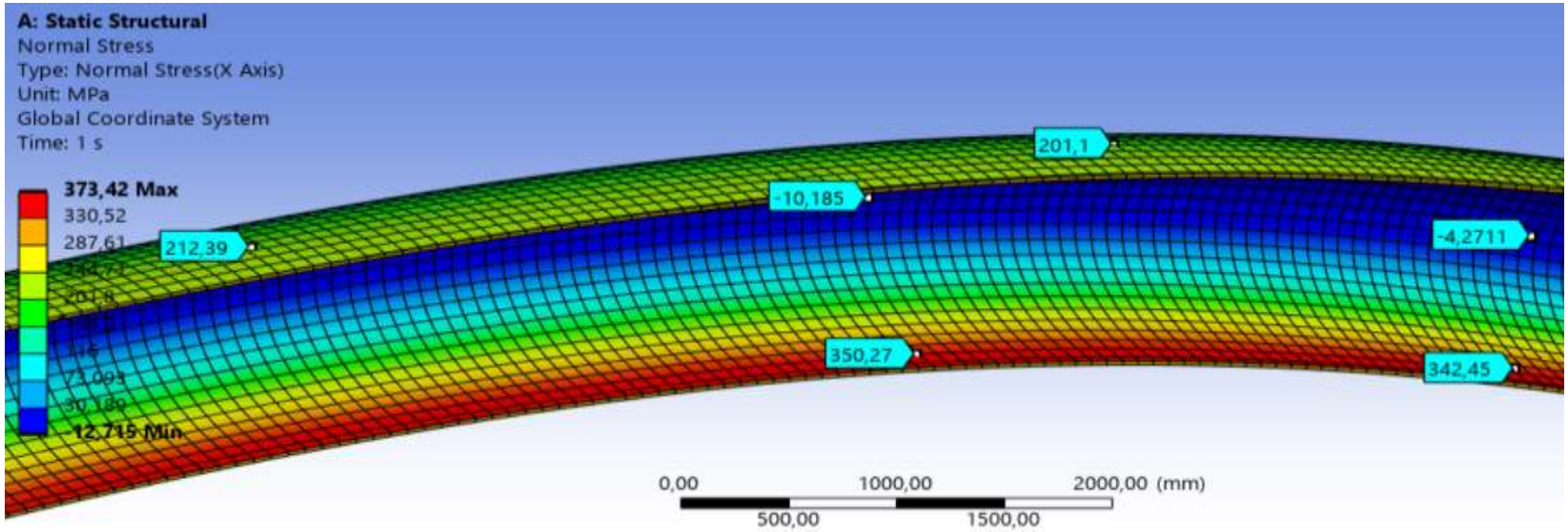


Рисунок 9 – Распределение нормальных напряжений в разрезе газопровода

Для исследования напряжений, возникающих при пучении грунта, в ПК «ANSYS» был смоделирован участок со следующими характеристиками:

- Диаметр газопровода – 1420 мм;
- Толщина стенки – 27,7 мм;
- Внутреннее давление –11,8 МПа;
- Марка стали: 09Г2С: σв = 500 МПа, σт = 380 МПа;
- Модуль Юнга - 22 · 10^5МПа, коэффициент Пуассона – 0,3;
- Величина сил морозного пучения – 8,7□10^{-2} МПа;
- Протяженность участка пучения: 20 м.

Получено и проанализировано напряженно-деформируемое состояния магистрального газопровода, на который действуют равномерно распределенные силы морозного пучения. По мере увеличении длины отрезка пучения, при схеме непучинистый грунт – отрезок пучения – непучинистый грунт, требуется меньшее давление со стороны пучения для того, чтобы создать опасные напряжения. Особое внимание стоить уделить местам пересечения грунтов (непучинистый грунт – участок пучения – непучинистый грунт), на котором возникают опасные напряжения.

Библиографический список:

1. Патент 206 283. Российская Федерация, F16L 1/026. КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА [Текст] / Кожаева Ксения Валерьевна (RU) Акчурина Эльвина Айратовна (RU) Кантемиров Игорь Финсурович (RU) Мустафин Тимур Раилевич (RU)
2. СП 25.13330.2020. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Введ. 01.07.2021*. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573659326 (дата обращения 20.05.2022). – Текст: электронный.
3. Прогноз теплового и механического взаимодействия инженерных сооружений с многолетнемерзлыми грунтами в примерах и задачах: учебное пособие / Л. Н. Хрусталев, Л. В. Емельянова. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. –162 с.
4. Расчет инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах: учебное пособие / Л. Н. Хрусталев. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. – 124 с.
5. Практическое пособие по FROST 3D: учебное пособие / ООО НТЦ «Симмейкерс». – Москва, 2022. – 149 с.

УДК 628.147.22

Исследование причин недостоверности показаний стационарных электродов сравнения при защите трубопровода от коррозии

Некрасов К. М., Паламодов Р. А.
Научный руководитель – Ракито О. Н.
Ухтинский государственный университет, г. Ухта, Россия

В настоящее время актуальной является проблема недостоверности показаний стационарных электродов сравнения со вспомогательным электродом. Выход из строя стационарных электродов сравнения не позволяет своевременно контролировать эффективность работы средств противокоррозионной защиты, что повышает риск возникновения коррозионных дефектов.

При этом установлено, что в определенных случаях вновь установленные стационарные электроды сравнения выходят из строя за короткий промежуток времени порядка нескольких недель или месяцев.

Основным критерием эффективности катодной защиты является разность потенциалов труба – земля. Для измерения разности потенциалов применяют медносульфатные электроды сравнения. На современных трубопроводах разность потенциалов измеряется в реальном времени, для этого в системе электрохимической защиты устанавливаются стационарные электроды сравнения. Современные заводские изоляционные покрытия обладают высоким

переходным сопротивлением не менее 3*10^5 Ом*м^2 [1]. Благодаря этому они надежно защищают трубопровод от воздействия грунтового электролита. Однако, для корректного измерения разности потенциалов между металлом и электролитом необходим их непосредственный контакт. С этой целью стационарные электроды сравнения оснащаются выносными вспомогательными электродами, которые подключаются к защищаемому трубопроводу. В результате поверхность вспомогательного электрода приобретает тот же потенциал, что и металл трубы, что делает возможным измерение разности потенциалов.

На новых или реконструированных участках, когда изоляция обладает достаточной сплошностью, вспомогательные электроды являются единственно возможным путем натекания катодного тока на трубопровод. В таком случае через поверхность электродов протекает катодный ток высокой плотности, металл вспомогательного электрода оказывается в зоне перезащиты, и под действием тока высокой плотности изменяются электрохимические свойства системы металл-электролит. Это приводит к ложным показаниям при измерении разности потенциалов [2].

Для изучения явления в работе применяется стенд, представляющий из себя цепь катодной защиты подземного трубопровода:

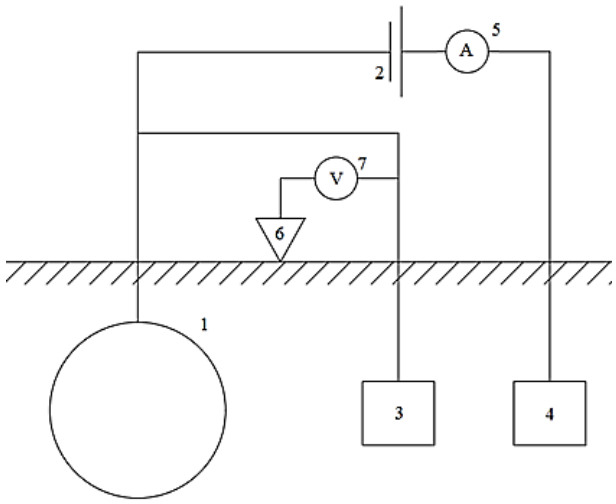


Рисунок 1 – Схема проведения измерения разности потенциалов с помощью вспомогательного электрода

К заизолированной трубе 1 подключается отрицательный вывод станции катодной защиты 2 и вспомогательный электрод 3. Положительный вывод катодной станции подключается к аноду 4, в качестве которого используется другой вспомогательный электрод площадью 25 см^2. Измерение силы тока производится микроамперметром 5. Для измерения разности потенциалов труба (вспомогательный электрод) – грунт применяется электрод сравнения 6 и милливольтметр 7.

Методика проведения эксперимента заключается в следующем:

1) Каждый из образцов помещается в грунт: в песок, в чернозем или в глину. Снимается поляризационная кривая: измеряется естественная разность потенциалов металла в лабораторном грунте, подается катодный ток и измеряется разность потенциалов для всех значений силы тока;

2) На протяжении 8 часов производится поляризация системы катодным током высокой плотности (более 300 мА/м^2).

3) Снимается поляризационная кривая образца.

Получены поляризационные кривые для трех типов грунтов до и после катодной поляризации. Установлено, что при катодной поляризации током высокой плотности изменяются электрохимические свойства переходного слоя металл-электролит. Изменение электрохимических свойств электрода зависит от состава грунтового электролита. Так, например в черноземе не обнаружено изменение угла наклона поляризационной кривой, однако естественный потенциал металла при смещается в более отрицательную сторону.

В глине и песке обнаружено изменение угла наклона поляризационной кривой. В глине также выявлено изменение естественного потенциала электрода.

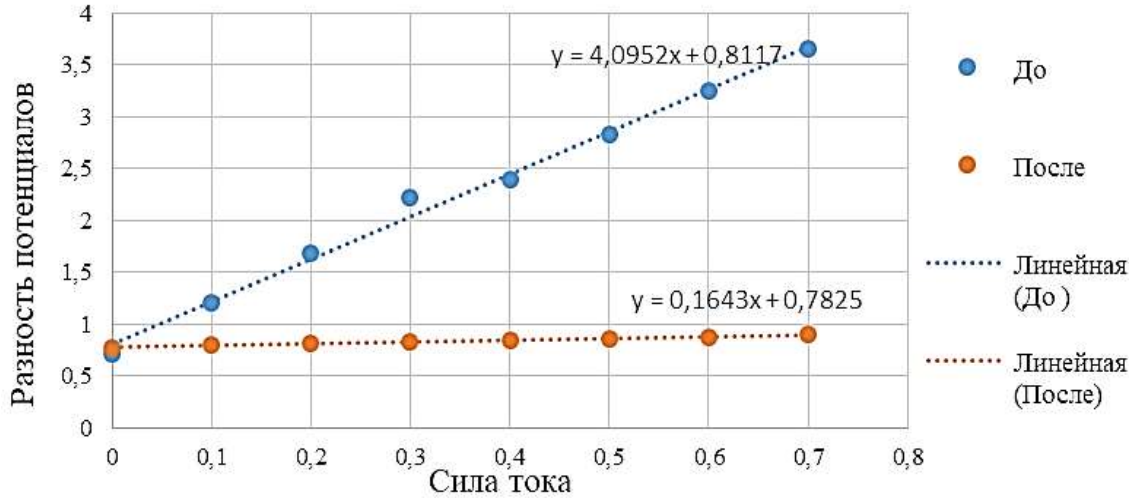


Рисунок 2 – Поляризационные кривые образца в песке

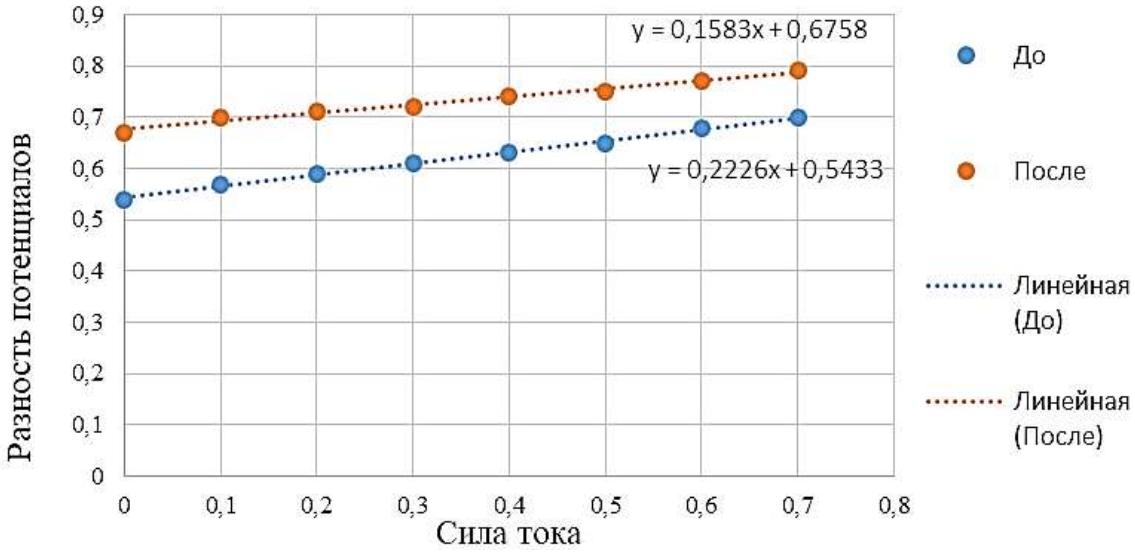


Рисунок 3 – Поляризационные кривые образца в черноземе

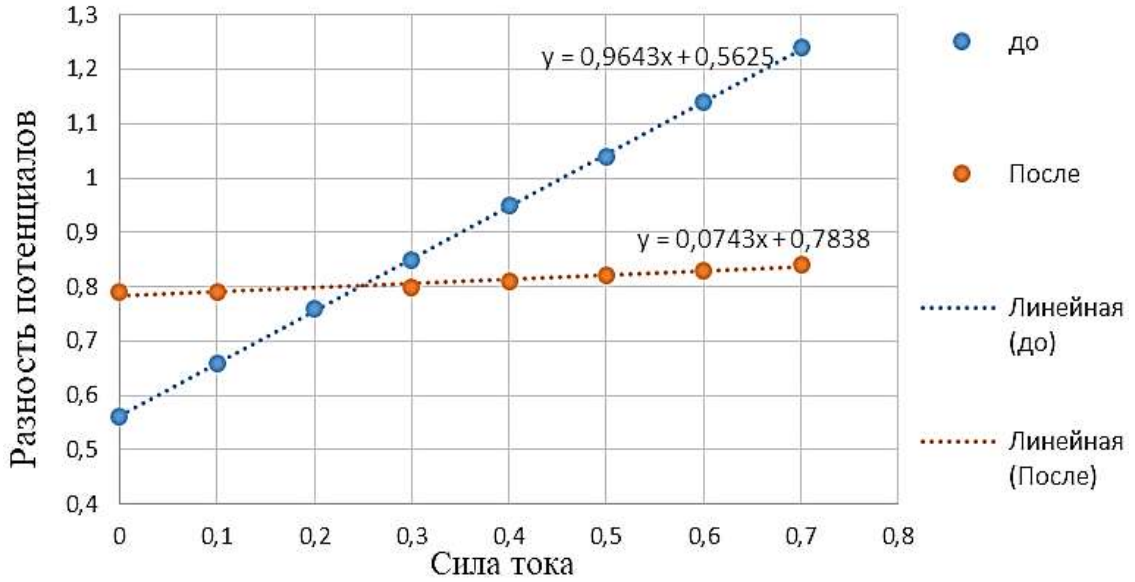


Рисунок 4 – Поляризационные кривые образца в глине

Выводы:

1. В ходе проведения эксперимента по поляризации вспомогательного электрода токами высокой плотности обнаружено изменение электрохимических свойств системы электрод-окружающий грунт;
2. Поляризационные кривые, снятые до и после имеют разный наклон;
3. Обнаружено наличие остаточной наполяризованности металла после воздействия тока высокой плотности.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 51164–98 «Библиографическая запись. Трубопроводы стальные магистральные». Дата введения: 01.07.1999 г.
2. ГОСТ 9.602–2016 «Библиографическая запись. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные». Дата введения: 01.06.2017 г.

УДК 656.56

Мониторинг территории объектов трубопроводного транспорта (на примере подводного перехода конденсатопровода Юрхаровского месторождения)

Райкова А. И.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н.
Ухтинский Государственный Технический Университет, г. Ухта, Россия

Развитие трубопроводной инфраструктуры в условиях Крайнего Севера и Арктики требует повышенного внимания к вопросам промышленной и экологической безопасности. Трубопроводы, пересекающие водоёмы, сталкиваются с сезонными колебаниями уровней воды, эрозионными процессами и многолетней мерзлотой, что может приводить к оголению, провисанию или механическим повреждениям нитки. Во избежание аварийных ситуаций необходим комплексный мониторинг подводных переходов с регулярным наблюдением за русловыми процессами, состоянием изоляционного покрытия и параметрами эксплуатации трубопровода.

Согласно ст. 65 Земельного кодекса РФ [1], работы в водоохранной зоне должны вестись в строгом соответствии с природоохранными нормами. Для обеспечения промышленной безопасности используются положения Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [2], а также отраслевые инструкции, предписывающие регулярные обследования переходов и внедрение современных методик контроля. Практический опыт показывает, что своевременный мониторинг снижает вероятность серьёзных аварий и продлевает срок эксплуатации трубопроводных коммуникаций, что особенно актуально в суровом климате Ямало-Ненецкого автономного округа.

Мониторинг подводных переходов определяется как комплекс мероприятий, направленных на выявление нарушений целостности трубопровода, оценку возможных деформаций и наблюдение за динамикой русловых процессов.

Основными задачами выступают:

– контроль планово-высотного положения трубопровода и степени его заглубления;
– обнаружение дефектов внешней изоляции и признаков коррозии;
– оценка русловых изменений (размыв дна, формирование перекатов, прогибы);
– предотвращение аварий и экологических рисков, связанных с утечками.

В соответствии со ст. 40 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [3] и положениями Водного кодекса РФ [4], подобные исследования должны учитывать экологическую составляющую, минимизируя вмешательство в природные системы и исключая опасное загрязнение водоёмов. Кроме того, эксплуатация таких переходов подпадает под правила технического надзора, регламентированные приказами Минэнерго России и ведомственными нормативами, например, СП 422.1325800.2018 по строительству подводных переходов и контролю результатов работ.

Рассмотрим мониторинг территории объектов трубопроводного транспорта на примере подводного перехода конденсатопровода Юрхаровского месторождения. Юрхаровское месторождение расположено на севере Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе, за Полярным кругом. Конденсатопровод «Юрхаровское месторождение – Пуровский ЗПК» диаметром 400 мм (основная нитка) и дублёр (лупинг) пролегают через реку Малхояха, которая в весеннее половодье подвержена разливам, а зимой перемерзает до дна на мелких участках (рисунок 1).

Ширина реки в створе подводного перехода в меженный период достигает ~26 м, глубина 0,4–0,5 м, а в половодье показатели могут значительно возрасти. Берега сложены супесчано-суглинистыми грунтами, подверженными размывам в период весенних паводков. Значительная часть года характеризуется низкими температурами, многолетней мерзлотой и сложностью транспортной логистики, что диктует особые требования к методике обследования.

При производстве обследования был выполнен следующий объем работ:

1. Осмотр береговых участков с целью определения: размывов, состояния знаков, наличия растительности и утечек.
2. Топографическая съемка береговых участков
3. Определение положения конденсатопровода по высоте.
4. Определение положения конденсатопровода в плане.
5. Обнаружение утечек в месте пролегания подводного перехода.
6. Гидрографическая съемка дна в масштабе 1:500.
7. Гидрологические работы:
8. Камеральные работы по обработке полевого материала, составление и оформление технического отчета.

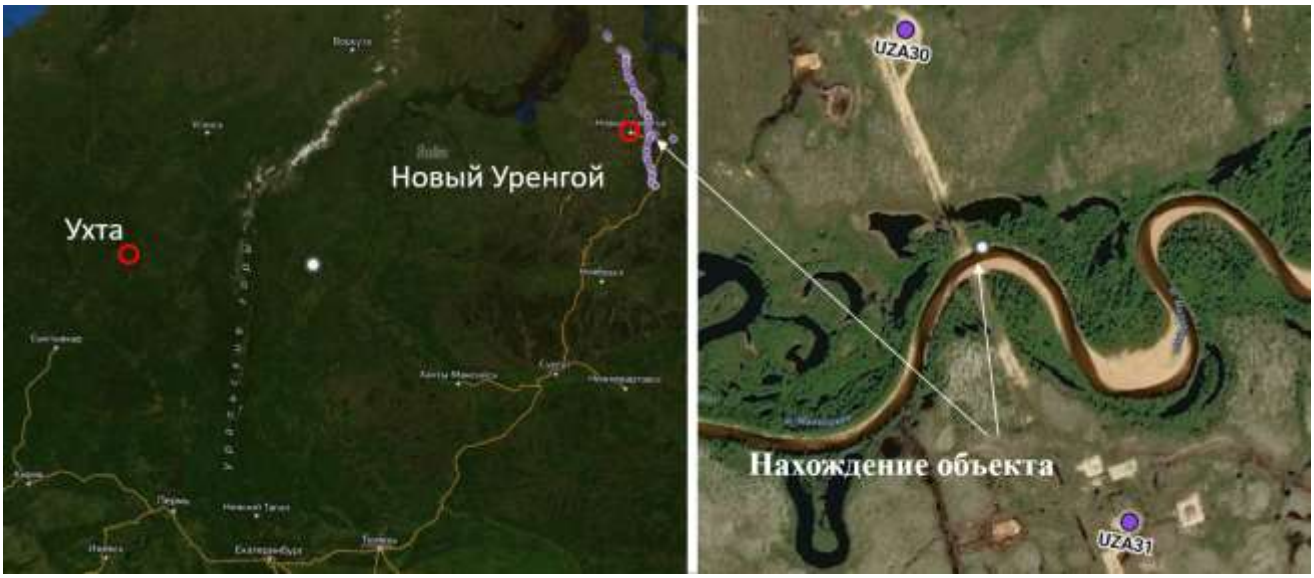


Рисунок 1 - Местоположение Юрхаровского месторождения

Подготовительные этапы включал в себя:

– анализ проектной и технической документации по переходу;

– согласование сроков работ, учитывая гидрологический режим (наименьшие уровни воды в летний период) и требования безопасности;

– подготовка необходимого оборудования, приборов и инструмента (GPS-приёмники, трассоискатель, эхолот, водомерные рейки, вертушка для измерения скорости течения).

Полевые работы заключались в следующем:

1. Геодезические исследования:

– создание планово-высотного обоснования;

– топографическая съёмка пойменных участков с применением GPS в масштабе 1:500; – координирование точек залегания трубопровода трассоискателем, уточнение глубины залегания в береговой зоне.

2. Гидрографическая и гидрологическая съёмка:

– промер глубин эхолотом вдоль створа перехода и получение продольного профиля реки;

– измерение скорости потока гидрометрической вертушкой, организация временного водомерного поста;

– оценка состояния дна, выявление возможных размывов, оголений трубы или провисаний.

3. Визуальный осмотр береговых участков:

– контроль размывов, оползней, повреждений берегоукрепления;

– оценка состояния предупреждающих знаков и геодезических реперов;

– выявление утечек или иного ущерба покрытию.

Камеральные работы по обследованию заключались в обработке полевого материала, сборе гидрометеорологической информации в сторонних организациях, их анализе, обобщении, составлении плана подводного перехода, профилей по ниткам, выдачи рекомендаций по приведению перехода в нормативное состояние, составлении пояснительной записки и оформлении технического отчета. На основании полученных данных были составлены план и профиль речки Малхояхи (рисунок 2, 3).

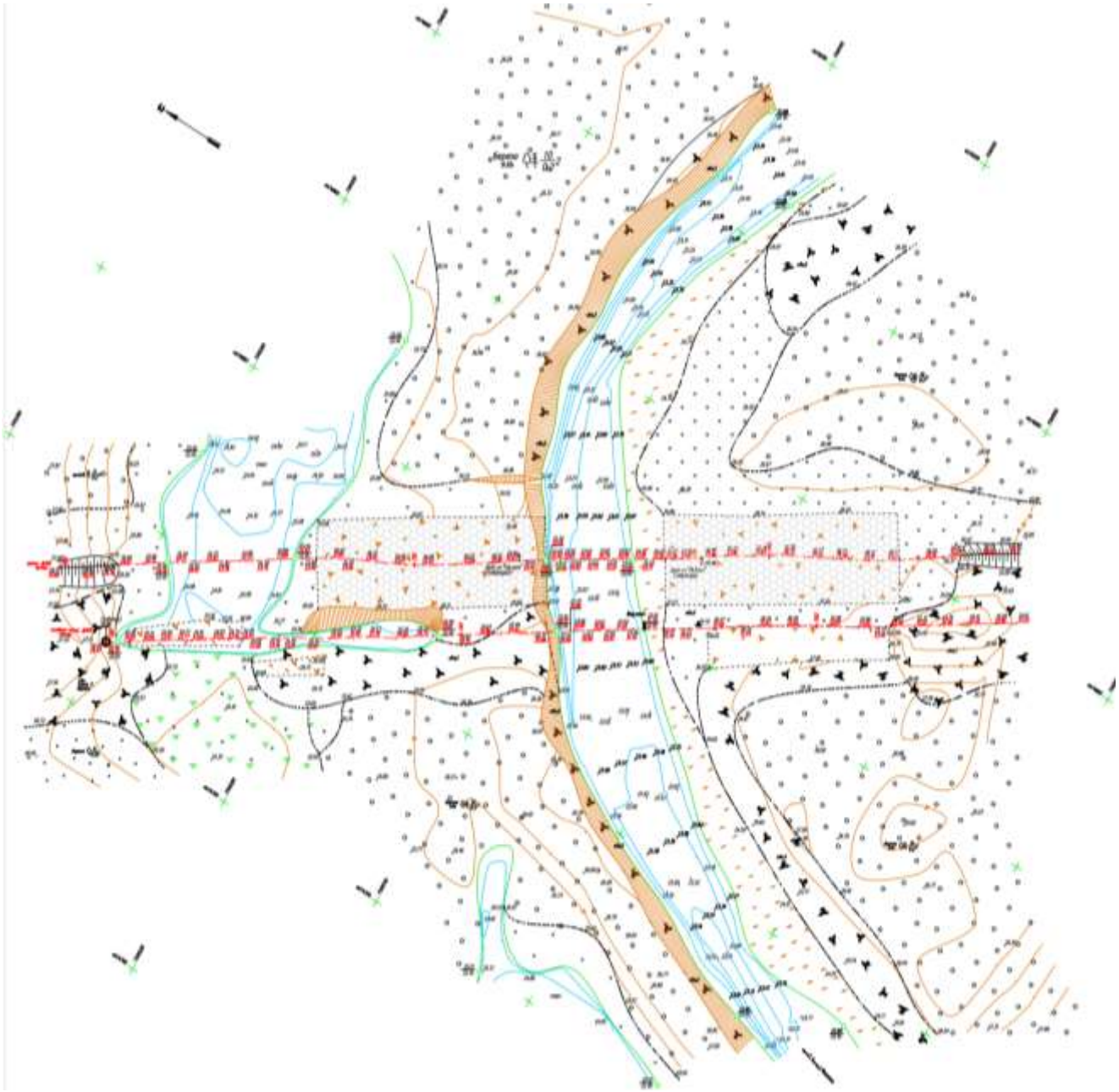


Рисунок 2 - План речки Малхояхи

Мониторинг подводного перехода конденсатопровода через р. Малхояха позволил выявить ряд важных параметров и особенностей текущего состояния объекта:

– основные параметры глубины залегания трубопровода соответствуют проектным значениям, однако в зоне руслового переката отмечено недостаточное заглубление на участке ~ 2 м длиной.

– дно реки после половодья претерпело локальные размывы, но критических участков оголения трубы не выявлено.

– береговые откосы устойчивы, существенных оползней или эрозионных процессов не зафиксировано; предупредительные знаки и берегоукрепление находятся в удовлетворительном состоянии.

– не выявлено признаков внешней утечки или повреждений изоляционного покрытия, подтверждая общую эксплуатационную надёжность перехода.

Для минимизации рисков в перспективе рекомендовано:

– установить волоконно-оптические датчики (дополнительный мониторинг деформаций) на участке повышенной размывной активности.

– проводить ежегодные измерения глубины и скорости потока в створе перехода при летней межени.

– усилить берегоукрепление на левом берегу перед паводковым периодом.

На основании проведенных работ были даны следующие рекомендации:

1. Совершенствование методов мониторинга.

1.1. Геодезические измерения

Использование дополнительных GNSS-приёмников. Включение дополнительного комплекта Javad Triumph-1 для уточнения координат трубопровода и реперов позволит сократить погрешности при определении фактического положения трубопровода.

Автоматизированные станции. Применение роботизированных тахеометров (например, Topcon или Leica) позволит ускорить процесс съемки и повысить точность определения высотных отметок.

1.2. Оптимизация трассопоиска.

Использование усовершенствованных трассоискателей с функцией глубинного поиска и цифровой фильтрации помех (например, модели Radiodetection RD8100).

Совмещение трассоискания с георадарным обследованием, что позволит выявлять трубопровод под разными типами грунтов.

1.3. Гидрографическая съёмка.

Применение эхолотов с боковым сканированием. Такие модели, как Garmin Striker 7SV, позволяют получить детализированную картину русла и заглубления трубопровода.

Комбинирование эхолота и дронов. Использование БПЛА с лазерными дальномерами позволит уточнять береговую линию и контролировать русловые изменения.

2. Технологические решения для повышения точности.

2.1. Использование БПЛА для мониторинга

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для аэрофотосъёмки береговой линии позволит оперативно выявлять изменения русла и возможные эрозионные процессы. 2.2. Волоконно-оптические датчики.

Датчики, вмонтированные вдоль трубопровода, позволят в режиме реального времени отслеживать деформации, утечки и температурные колебания.

2.3. Улучшение программных комплексов.

Расширение функционала Topcon Tools, Credo DAT 3.0 и Транскор за счёт модулей автоматического анализа русловых изменений позволит ускорить обработку данных и снизить погрешности при построении профилей.

3. Улучшение логистики и организации работ.

3.1. Оптимизация доставки оборудования и персонала

Использование вездеходов и снегоболотоходов для перемещения в условиях Крайнего Севера.

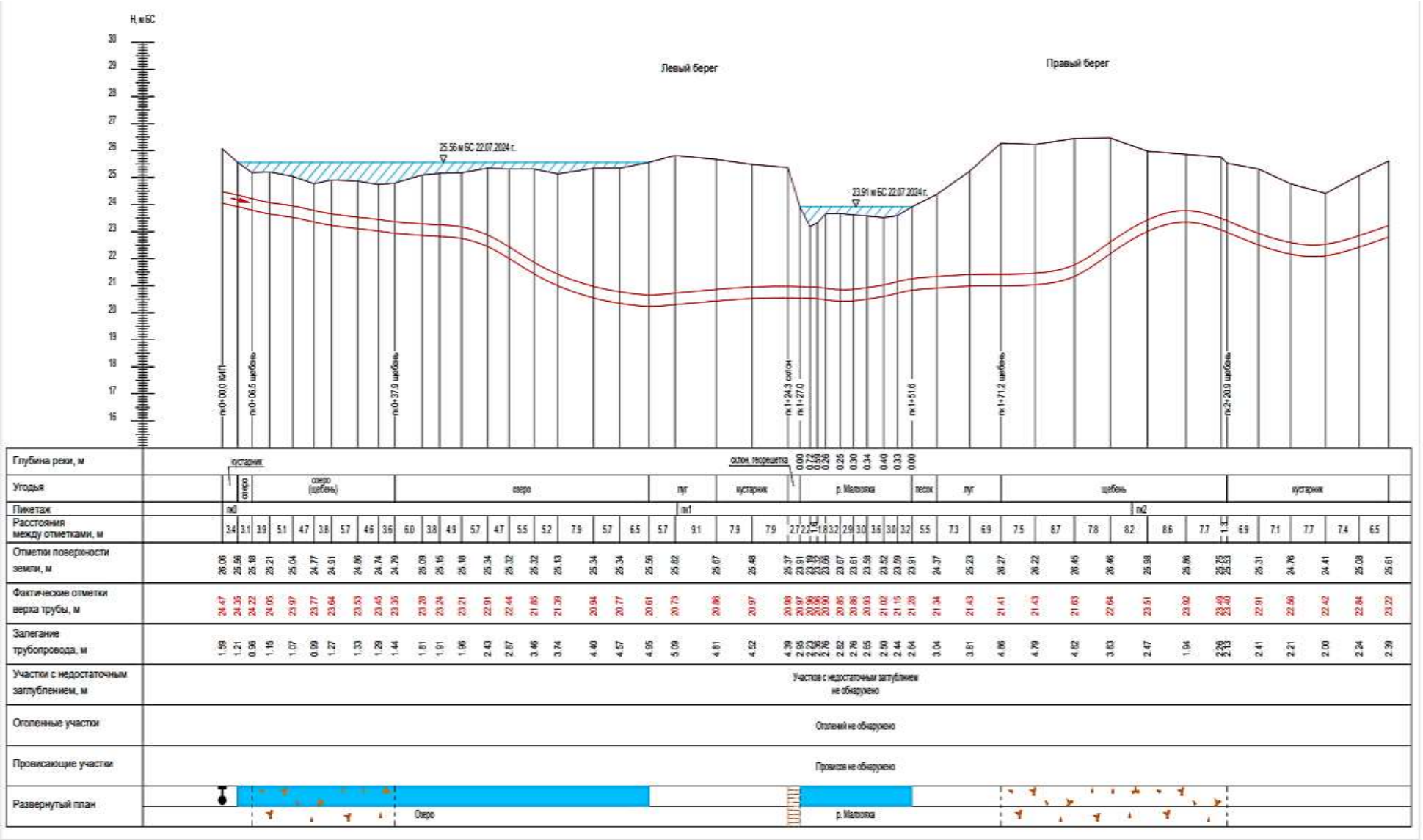


Рисунок 3 - Профиль речки Малхояхи (основная труба)

Применение мелкосидящих лодок или аэролодок для работы в условиях низкой воды.

3.2. Альтернативные методы обследования

Введение дистанционных систем мониторинга с использованием спутниковых снимков высокого разрешения (Sentinel-1, Landsat-8).

4. Минимизация экологического воздействия.

4.1. Снижение влияния мониторинга на окружающую среду.

Использование электрических лодок вместо бензиновых снизит загрязнение водоёма.

Оптимизация маршрутов перемещения персонала позволит сократить механическое воздействие на береговую линию.

4.2. Экологически безопасные методы мониторинга.

БПЛА позволят сократить число выездов на объект, уменьшая воздействие на экосистему.

5. Перспективы долгосрочного мониторинга.

5.1. Организация системы постоянного мониторинга

Создание автоматизированной системы наблюдений, включающей реперные точки с GNSS-контролем.

Введение регулярных инспекций с использованием мобильных датчиков на основе спутниковой связи.

5.2. Интеграция комплексных систем мониторинга.

Внедрение спутникового контроля за изменениями рельефа дна.

Автоматическое отслеживание температурных и давленческих изменений с использованием подводных сенсоров.

Выводы: Мониторинг подводных переходов трубопроводов, выполненный на примере конденсатопровода Юрхаровского месторождения, подтверждает высокую важность регулярного и комплексного контроля состояния трубопровода и донного рельефа. Систематические геодезические и гидрографические исследования, сопряжённые с анализом динамики русловых процессов, позволяют заблаговременно выявлять потенциально аварийные участки, снижать экологические и экономические риски и продлевать срок эксплуатации коммуникаций.

Дальнейшее развитие системы мониторинга связано с широким применением инновационных технологий:

– Беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для аэровизуального осмотра береговых зон в период разливов;

– Волоконно-оптических и акустических датчиков, обеспечивающих непрерывный контроль утечек и механических напряжений;

– Спутниковых систем (радарная интерферометрия) для мониторинга подвижек грунтов и береговых откосов в труднодоступной тундре.

Накопленный опыт и применение современных решений повысят эффективность контроля и операционной безопасности трубопроводов в северных регионах, минимизируя риск экологических катастроф и экономических потерь.

Библиографический список:

1. Земельный кодекс Российской Федерации: фед. закон № 136–ФЗ от 25.10.2001 (ред. от 28.04.2023). – ст. 65.
2. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 24.03.2023).
4. Водный кодекс Российской Федерации: фед. закон № 74-ФЗ от 03.06.2006 (ред. от 05.12.2022).

УДК 628.144.22

Анализ конструктивных решений прокладки магистральных трубопроводов в сейсмически опасных районах

Канакова Я. Э.
Научный руководитель – Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В России трубопроводный транспорт играет ключевую роль в перевозке углеводородного сырья. По ним транспортируется нефть и газ до перерабатывающих предприятий, а также на экспорт. Часто они проходят по территориям с высокой сейсмической активностью, где землетрясения вызываются внезапными сдвигами в разломах земной коры. Хотя известны районы с высоким риском таких событий, точно предсказать время и место сильного землетрясения невозможно.

Около 20 % территории страны подвержены землетрясениям силой свыше 7 баллов, а около 5 % – 8-9 баллов, включая Северный Кавказ, Прибайкалье, Якутию, Сахалин, Камчатку и Курильские острова. При этом именно в этих сейсмоопасных зонах находятся важные регионы с большими запасами углеводородов и значительным развитием трубопроводной сети.

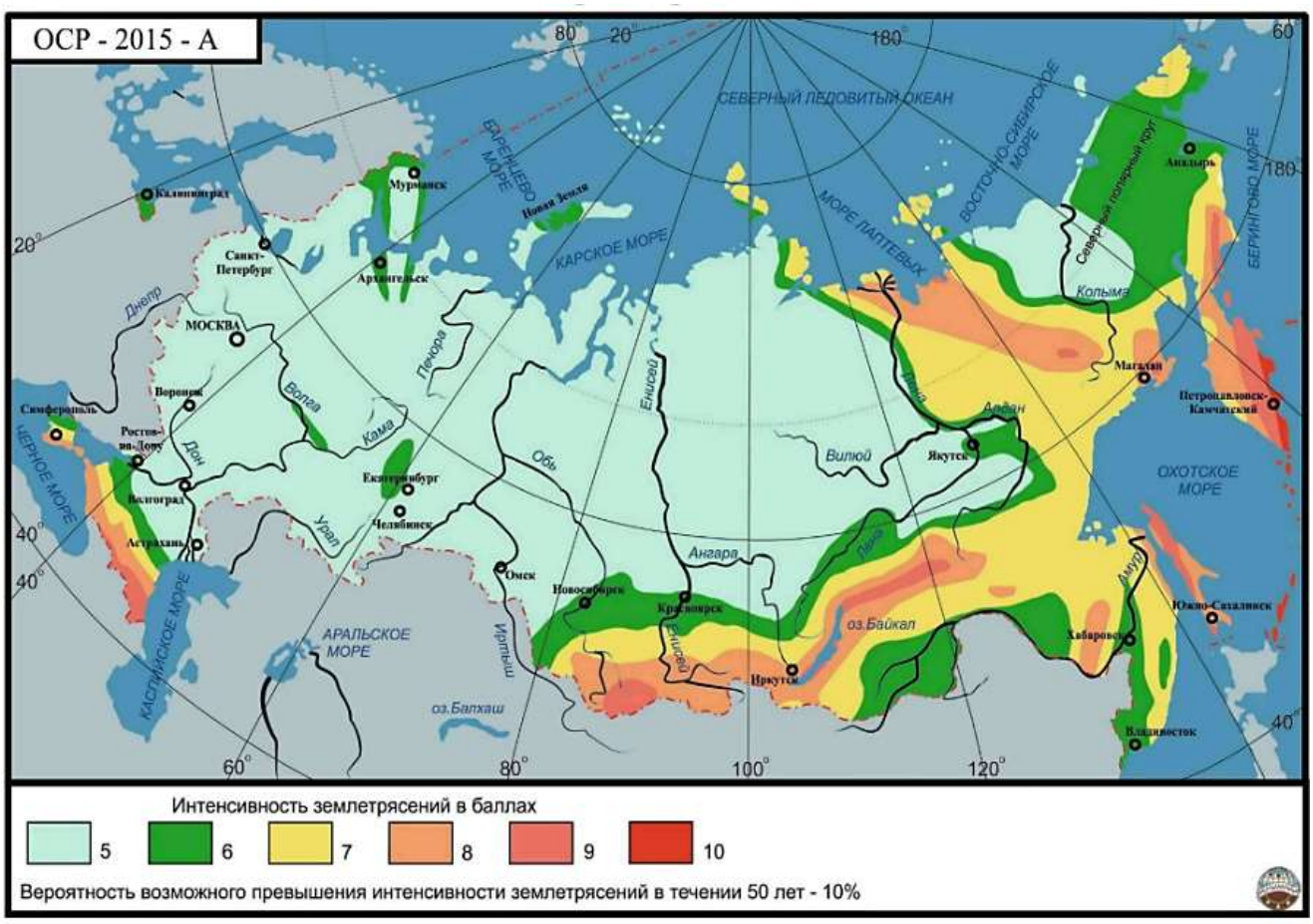


Рисунок 1 – Карта ОСР-2015-А. Общее сейсмическое районирование России. Вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течении 50 лет - 10%

Цель работы: анализ существующих конструктивных решений магистральных трубопроводов с учетом компьютерного моделирования сейсмических влияний на трубопровод.

Задачи:

1. Изучить нормативные требования и виды воздействий на магистральные трубопроводы.
2. Произвести расчеты трубопровод-грунт в программе ANSYS.
3. Рассмотреть варианты инженерной защиты трубопровода в сейсмической зоне.

При землетрясениях на механическую целостность трубопровода могут повлиять подвижки пластов и разжижение грунтов, распространение сейсмических волн и сотрясение грунта, неустойчивость склонов (оползни). Наибольшую сейсмоопасность представляет пересечение активных тектонических разломов.

Возникающие продольные и поперечные волны при землетрясении распространяются повсеместно от эпицентра таким же образом, как звуковые волны. Поверхностные волны формируются от продольных и поперечных волн у поверхности земли и на границе грунтовых слоев.

Изучение данных о разрушительных землетрясениях дает понять, что при землетрясении интенсивностью 8 и более баллов происходят наиболее сильные разрушения и повреждения трубопроводов и конструкций.

Существует неясность при определении сейсмического влияния на трубопровод, которая, в свою очередь, приводит к непредсказуемости значений диапазона и темпа смещения трубопровода. По этой причине в зонах сейсмической опасности необходимо учитывать различные особенности места укладки магистрального трубопровода.

Сейсмическая волна, направленная вдоль оси трубы, приводит к возникновению значительных напряжений сжатия и растяжения, что в свою очередь, введет к разрушению конструкции. Как правило, такие повреждения бывают вблизи эпицентра. Тем не менее, на силу воздействия влияет степень перемещения трубы (рис. 2.а).

Осевое удлинение или изгибные деформации трубопровода, вызванные сейсмическими волнами, направленные перпендикулярно продольной оси трубопровода - наиболее опасно для конструкции (рис. 2.б).

Деформации, такие как сброс, сдвиг, всброс, возникающие при пересечении разлома, обусловлены процессом тектонических деформаций и разрыва сплошности горных пород в очаге) (рис. 2.в).

Для изучения взаимодействия системы «трубопровод-грунт» в сейсмических зонах необходимо уделить внимание нелинейному движению грунта, также влиянию смещений и неупругому поведения трубопровода. Для проведения расчетов напряженно-деформированного состояние подземного трубопровода при взаимодействии с грунтом необходимы данные:

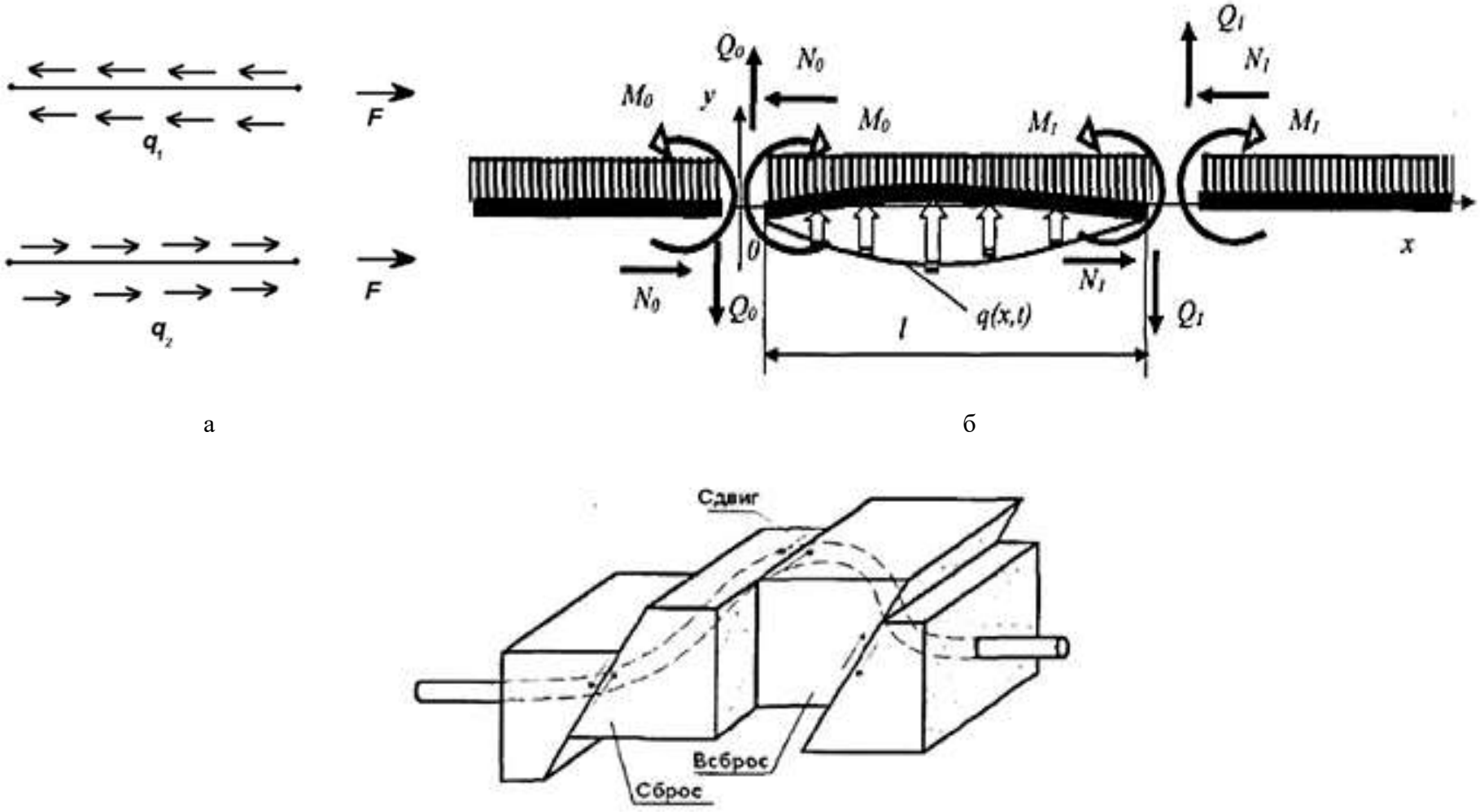
– Предел текучести стали: 490 МПа;
– Предел прочности стали: 550 МПа;
– Модуль упругости: 206000 МПа;
– Коэффициент Пуассона: 0,3;
– Диаметр трубопровода: 1220 мм;
– Толщина стенки трубы: 20,5 мм;
– Длина участка трубопровода: 36 м;
– Расчетное продольное воздействие: 265 МПа;
– Давление грунта: 9 МПа; 1 МПа.

С целью изучения напряжений при взаимодействии системы «труба-грунт» с сейсмическим влиянием, направленной вдоль и перпендикулярно оси конструкции, была создана модель в программе ANSYS.

В результате математического моделирования системы было рассчитано распределение эквивалентных напряжений в трубопроводе от воздействия грунтовой массы, а также степени перемещения (табл. 2) и численные значения (рис. 3).

В результате моделирования взаимодействия грунтового массива с подземным трубопроводом дало возможность определить напряжения, образующиеся при сейсмическом влиянии. А также исследовать участки трубопровода для возможных улучшений несущей способности.

Для сохранения целостности подземного трубопровода в зоне активного разлома необходимо предусматривать конструктивную защиту, с целью возможности смещения как в горизонтальном, так и вертикальном направлении.



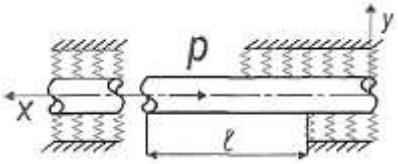
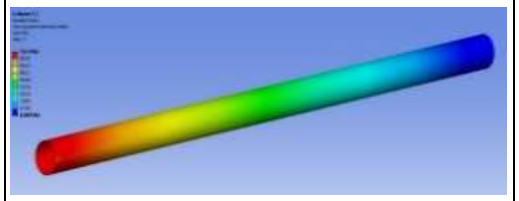
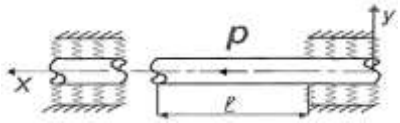
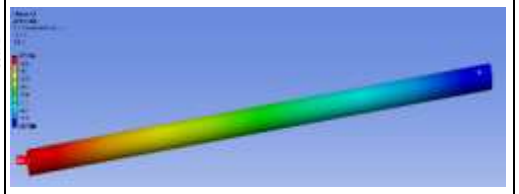
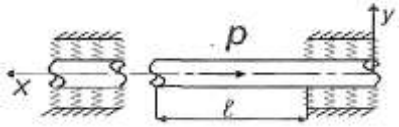
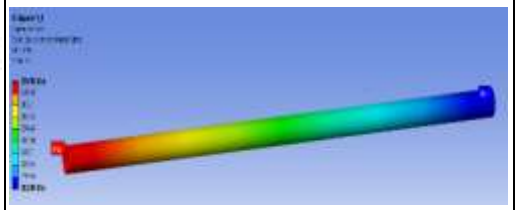
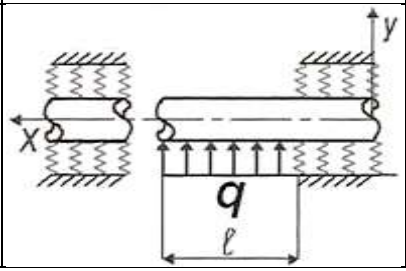
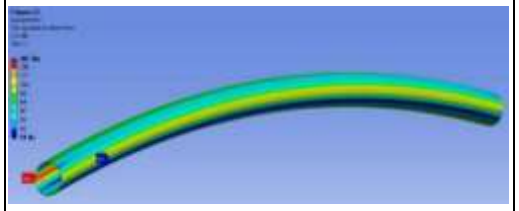
а б

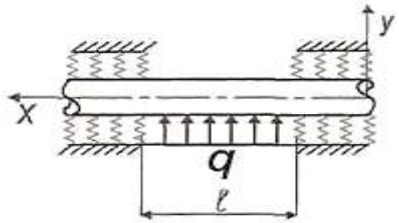
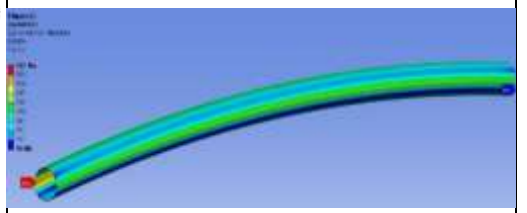
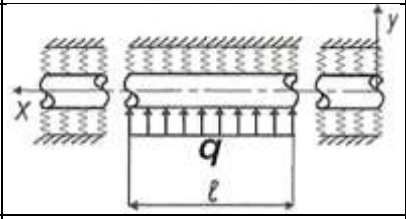
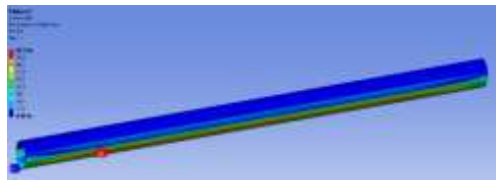
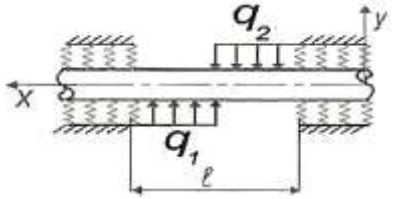
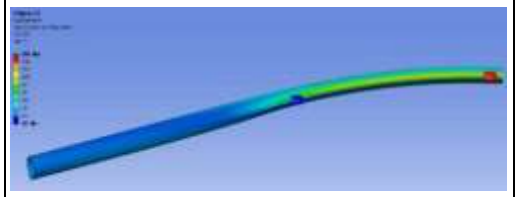
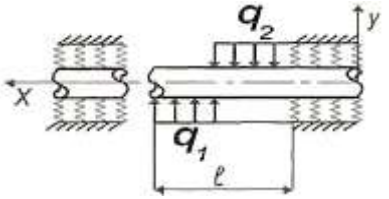
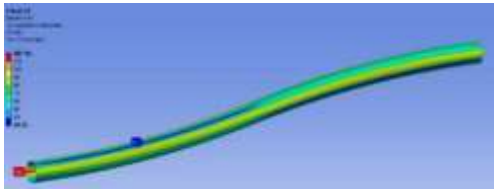
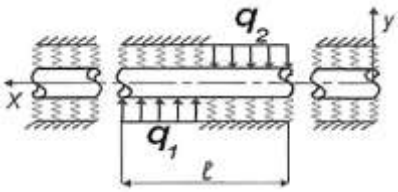
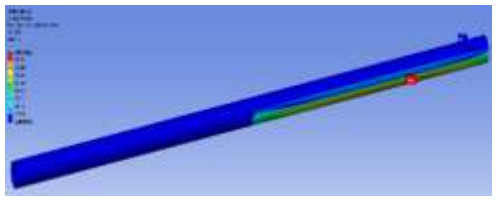
в

а) влияние сейсмической силы, направленной вдоль трубопровода,
б) расчетная схема подземного трубопровода при поперечных, подвижках грунта в процессе землетрясения,
в) представление различных режимов движений по разломам

Рисунок 2 – Воздействия сейсмических волн

Таблица 2 – Исследование распределения напряжений от сейсмического влияния и степени защемления

Виды сейсмических влияний	Варианты воздействия	Схема	Распределение напряжений в трубопроводе
Влияние осевой силы растяжения (сжатия)	1. Влияние на трубопровод сжимающих волн при полной фиксации перемещения в горизонтальной и в вертикальной плоскостях		
	2. Влияние на трубопровод растягивающих волн при частичной фиксации перемещения в горизонтальной плоскости		
	3. Влияние на трубопровод сжимающих волн при частичной фиксации перемещения в горизонтальной плоскости		
Влияние сейсмических волн, направленных перпендикулярно к продольной оси	1. Влияние на ось трубопровода в перпендикулярном направлении при частичной фиксации перемещения в горизонтальной плоскости		

Виды сейсмических влияний	Варианты воздействия	Схема	Распределение напряжений в трубопроводе
трубопровод	2. Влияние на ось трубопровода в перпендикулярном направлении при полной фиксации перемещения в горизонтальной плоскости		
	3. Влияние на ось трубопровода в перпендикулярном направлении при полной фиксации перемещения в вертикальной плоскости		
Влияние при пересечении тектонических разломов	1. Влияние тектонического разлома при полной фиксации перемещения трубопровода в горизонтальной плоскости		
	2. Влияние тектонического разлома при минимальной фиксации перемещения трубопровода		
	3. Влияние тектонического разлома при полной фиксации перемещения трубопровода в вертикальной плоскости		

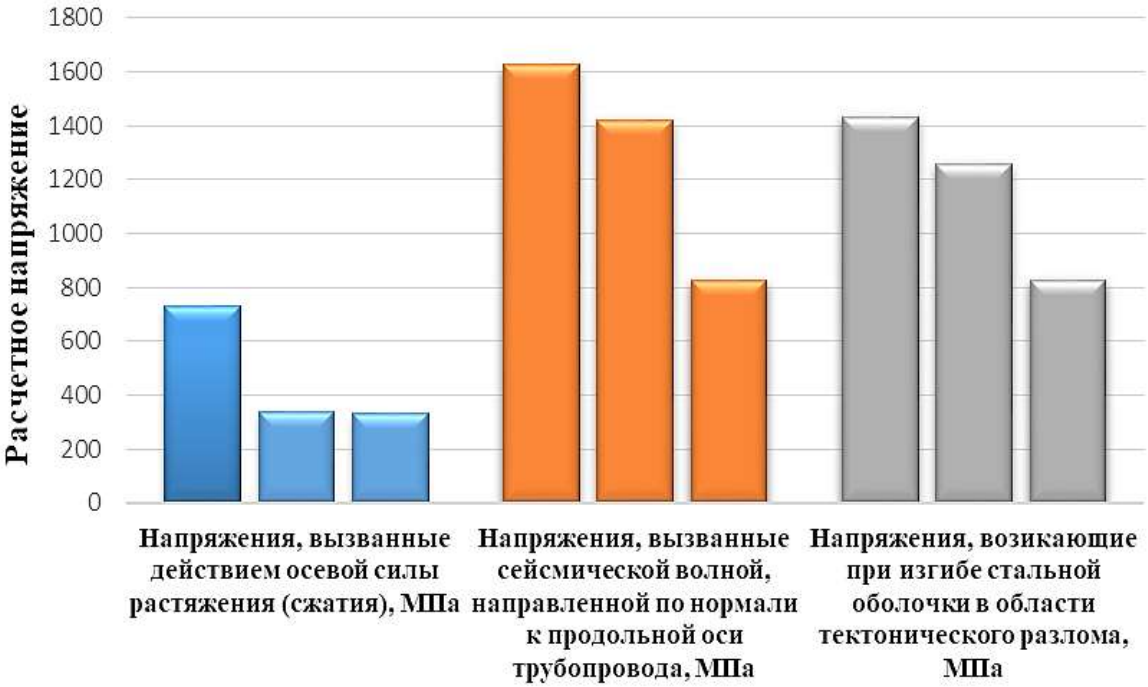


Рисунок 3 – Расчетные напряжения, полученные вследствие воздействия волны при землетрясении

Проведенный анализа позволил выделить несколько подходов для возможной защиты трубопровода в сейсмически опасных зонах. В их число входит установка компенсирующих устройств; усиление жесткости; повышение возможности перемещения трубопровода в грунте, что включает разработку траншеи с пологими откосами, использование оснований с изменением свойств грунта, демпфирующей обкладки, укладка с применением стального листа. Для обеспечения абсолютного контроля над динамическим состоянием трубопровода рекомендуется использовать «интеллектуальные вставки».

Для обеспечения надежности трубопроводных систем в регионах с повышенной сейсмической активностью необходимо учитывать множество факторов при проектировании и на основе анализа выбирать подходящие методы защиты. Одним из наиболее эффективных решений является использование демпфирующей обкладки, которая позволяет существенно снизить напряжения в трубопроводе при сейсмическом воздействии, что, в свою очередь, способствует увеличению его устойчивости и долговечности. Также для контроля состояния трубопровода рекомендуется применять «интеллектуальную вставку».

Следовательно, выбор конструктивного решения защиты трубопровода представляет комплексный процесс, который должен учитывать, как инженерно-технические характеристики, так и сейсмические данные.

Библиографический список:

1. Абдрахматов К.Е. Современные движения земной коры и сейсмичность / К.Е. Абдрахматов, В.Е. Цурков. - Бишкек: Илим, 1992. 108 с.
2. Гехман А.С., Меликян А.А. Вопросы проектирования трубопроводов и специальных сооружений в сейсмических районах // Научно-технический обзор. -М.: ВНИИЭ Газпром, 1973.
3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие в 3-х книгах. Книга 1. / Под ред.: К.Е. Кочеткова, В.А. Котляровского и А.В. Забегаева / В.А. Котляровский, К.Е. Кочетков, А.А. Носач, А.В. Забегаев и др. - М., Издательство АСВ / 1995. - 320 с.
4. Амасян Р.О. Технология моделирования железобетонных конструкций при сейсмических воздействиях. Монография / Р.О. Амасян, В.Л. Мнацаканян. - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1989. - 136 с.
5. Андреева Е.В. Виды нагрузок, действующих на трубопровод при строительстве в сейсмически опасных зонах // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта. Сборник научных трудов. Новополоцк: УО «ПГУ», 2008. - 3-6 с.

УДК 621.311.243

Расчет эффективности использования солнечных панелей для поддержания температуры нефтепродукта в резервуаре вертикальном стальном с учетом сезонности и регионов

Заворохин В. И.
Научный руководитель – Лютоев А. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Поддержание оптимальной температуры важно для сокращения тепловых потерь нефти и сохранения ее свойств. В настоящее время использование солнечной энергии для обогрева резервуаров вертикальных стальных не только снижает углеродный след, но и позволяет сократить затраты на традиционные источники энергии. С учетом доступности современных технологий солнечной энергетики, интеграция этих решений в нефтяную промышленность позволяет повысить эффективность процессов хранения нефти. Это способствует развитию отрасли и демонстрирует стремление компаний эффективно использовать возобновляемые ресурсы в целях минимизации экологического воздействия.

Целью работы является: анализ и расчет эффективности использования солнечных панелей, размещенных на 1/3 поверхности стенки резервуара вертикального стального, для поддержания оптимальной температуры нефти учитывая сезонные изменения климатических условий и географические особенности различных регионов.

Методика расчета теплопотерь.

Основным законом теплопроводности является предложенная Фурье гипотеза о пропорциональности плотности теплового потока температурному градиенту [4]:

$$q = -\lambda * \left(\frac{\partial t}{\partial n}\right)$$

где q - плотность теплового потока в процессе теплопроводности, [Вт / м * град];

λ - коэффициент теплопроводности (пропорциональности);

$\partial t/\partial n$ - температурный градиент;

n – вектор нормали к изотерме.

Для полного теплового потока закон Фурье записывается в дифференциальной форме следующим образом:

$$dQ = -\lambda * \left(\frac{\partial t}{\partial n}\right) * dF * d\tau$$

где dQ - тепловой поток;

dF - элементарная площадь изотермической поверхности;

dτ – время.

Основное уравнение теплопроводности, основанное на балансе энергии с внутренними источниками тепла, имеет вид:

$$\left(\frac{\partial t}{\partial \tau}\right) = -\alpha\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right) + \frac{q_v}{c_p \rho}$$

Теплопроводность плоской стенки.

Передача тепла через плоскую твёрдую однородную стенку в стационарных условиях является частным случаем общей задачи теплообмена, позволяющий существенно упростить дифференциальное уравнение энергии и получить его точное решение. Вместе с тем такие процессы очень часто встречаются в технике. Расчетная схема процесса приведена на рис. 1.

Будем считать, что в стенке отсутствуют внутренние источники тепла, т.е. $q_v = 0$. Таким образом уравнение энергии можно записать в виде:

$$\alpha\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\right) = 0$$

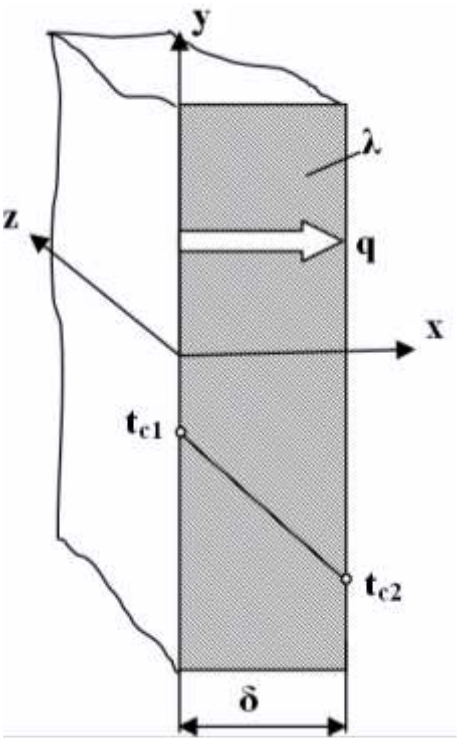


Рисунок 1 - Расчетная схема теплопроводности плоской стенки

Так как коэффициент температуропроводности а является физической характеристикой и не может быть равен нулю:

$$\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\right) = 0$$

Уравнение температурного поля в стенке:

$$t = \left(\frac{t_{c2} - t_{c1}}{\delta}\right) x + t_{c1}$$

Из этого уравнения следует, что температура в плоской стенке изменяется по линейному закону от t_{c1} до t_{c2}.

Формула для расчета плотности теплового потока плоской однослойной стенки:

$$q = \frac{\lambda}{\delta}(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})$$

где λ – коэффициент теплопроводности;

δ – толщина стенки;

$t_{\text{вн}}$ – внутренняя температура;

$t_{\text{н}}$ – наружная температура.

Формула для расчета плотности теплового потока плоской многослойной стенки:

$$q = \frac{\left(t_{\text{c1}} - t_{c(n+1)}\right)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

Формула для расчета теплового потока:

$$Q = q * S$$

где S – площадь стенки.

В последующих расчетах было принято во внимание, что тепловой поток исходит из боковой стенки резервуара и из его крыши.

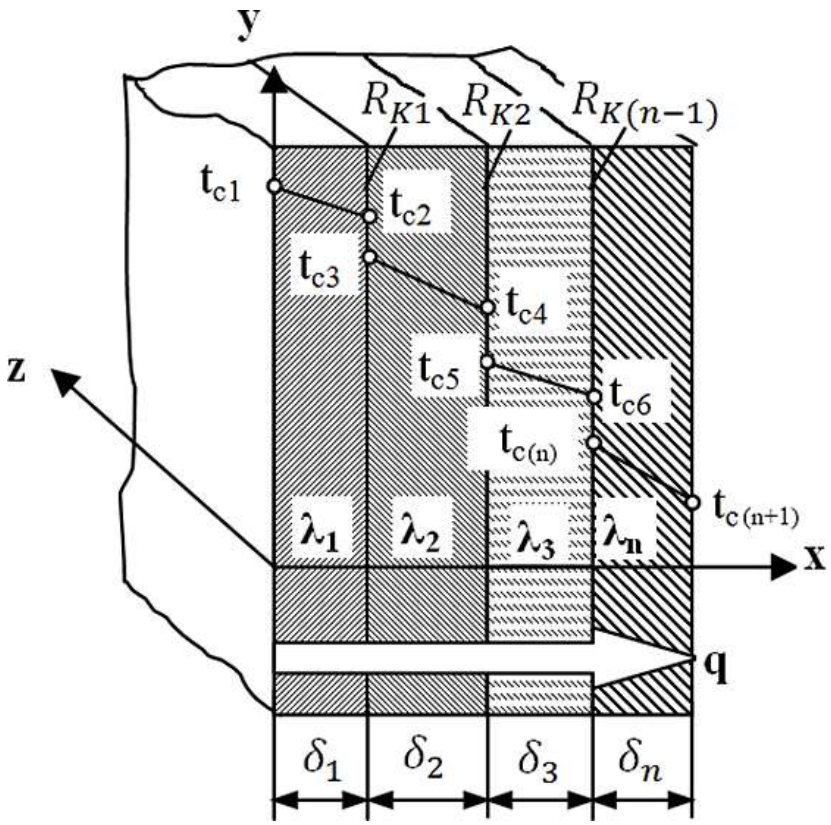


Рисунок 2 - Расчетная схема теплопроводности многослойной плоской стенки

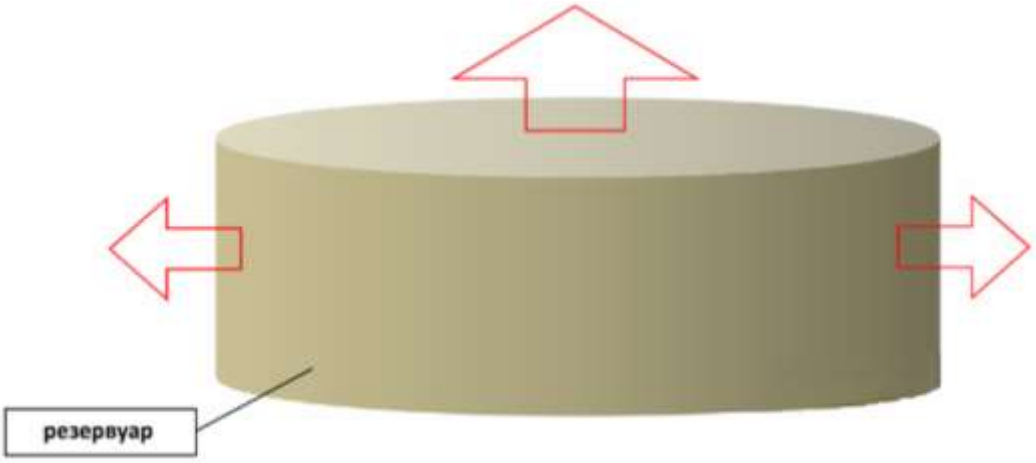


Рисунок 3 - Тепловые потоки исходящие от резервуара

Рассчитаем тепловые потери РВС объемом 5000 м^3 без теплоизоляции при следующих начальных данных.

$t_{вн}$:= 70 градусов, температура РВС (теплоносителя)

$t_з$:= -11 градусов, температура окружающего воздуха зимой

$t_в$:= 8 градусов, температура окружающего воздуха весной

$t_л$:= 22 градусов, температура окружающего воздуха летом

$t_о$:= 7 градусов, температура окружающего воздуха осенью

$\lambda := 0.5 \frac{Вт}{м^2 * °C}$ коэффициент теплопроводности стенки

δ := 0.006 м, толщина стенки

b := 15 м, высота стенки

d := 20.92 м, внутренний диаметр резервуара

q – плотность теплового потока, $\frac{Вт}{м^2}$

$q := \frac{\lambda(t_{вн} - t)}{\delta}$

S – площадь, м^2

S := $\pi * d * b + \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$

Q – тепловой поток, Вт

Q := $q * S$

При таких данных значение тепловых потерь за год получим: Q = 6 078 672 000 кВт. Анализируя полученные данные, мы видим, что теряется большое количество тепла и необходимо использовать теплоизоляцию резервуара.

Виды теплоизоляции РВС:

- Традиционная тепловая изоляция резервуаров

Самый популярный и бюджетный способ теплоизоляции резервуаров — это утепление стеганым синтетическим минеральным волокном или плитами минеральной ваты с защитным металлическим покрытием.

Снаружи тепловая изоляция резервуаров обшивается алюминиевыми или оцинкованными стальными листами. Защитное металлическое покрытие выполняется толщиной не менее 1 мм (для алюминия) и не менее 0,7 мм (для оцинковки).

Альтернативные варианты теплоизоляции резервуаров.

- Блочная теплоизоляция резервуаров с защитным металлическим покрытием.

Блоки теплоизоляции закрепляются на резервуаре либо посредством проволоки и крепежных приспособлений, либо приклеиваются.

Теплоизоляционные блоки изготавливаются на специальном производстве и имеют форму, загнутую в радиус стенки резервуара.

- Утепление резервуаров жидким пенополиуретаном.

При таком методе пенополиуретан заливается под металлическое защитное покрытие на монтажной площадке.

Заливка осуществляется в несколько этапов, после затвердевания предыдущего слоя. Также необходимо обращать внимание на свойства адгезии пенополиуретана к материалу конструкций резервуара и обшивки.

- Тепловая изоляция резервуаров напылением жесткого пенополиуретана.

При таком методе утепления резервуаров важно правильно спроектировать толщину изолирующего слоя исходя из эксплуатационных требований и марки пенополиуретана. Для напыления используется специальное пенонапылительное оборудование, обеспечивающее послойное нанесение материала с толщиной каждого слоя от 8 до 12 мм.

- Теплоизоляция резервуаров синтетическим вспененным каучуком

При таком методе рулоны вспененного каучука приклеиваются к стенке и крыше резервуара. Для этого важно обработать поверхность резервуара и покрыть грунтом. На стыке рулонов технология предусматривает проклейку специальной теплоизолирующей лентой.

Рассчитаем тепловые потери РВС объемом 5000 м^3 с теплоизоляцией из плит минеральной ваты при следующих начальных данных.

$t_{вн}$:= 70 градусов, температура РВС (теплоносителя)

$t_з$:= -11 градусов, температура окружающего воздуха зимой

$t_в$:= 8 градусов, температура окружающего воздуха весной

$t_л$:= 22 градусов, температура окружающего воздуха летом

$t_о$:= 7 градусов, температура окружающего воздуха осенью

λ := 0.5 $\frac{Вт}{м^2 * °C}$ коэффициент теплопроводности стенки

$\lambda_{из}$:= 0.064 $\frac{Вт}{м^2 * °C}$ коэффициент теплопроводности минеральной ваты

$\lambda_{из2}$:= 221 $\frac{Вт}{м^2 * °C}$ коэффициент теплопроводности алюминиевой обшивки

δ := 0.006 м, толщина стенки

$\delta_{из}$:= 0.15 м, толщина плит минеральной ваты

$\delta_{из2}$:= 0.001 м, толщина алюминиевой обшивки

b := 15 м, высота стенки

d := 20.92 м, внутренний диаметр резервуара

q – плотность теплового потока, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$

$q := \frac{t_{\text{вн}} - t}{(\frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{из2}}}{\lambda_{\text{из2}}})}$

S – площадь, м^2

$S := \pi * (d\ + 2 * \delta_{\text{из}}\ + 2 * \delta_{\text{из2}}) * b + \pi \left(\frac{d}{2} + \delta_{\text{из}} + \delta_{\text{из2}}\right)^2$

Q – тепловой поток, Вт

$Q := q * S$

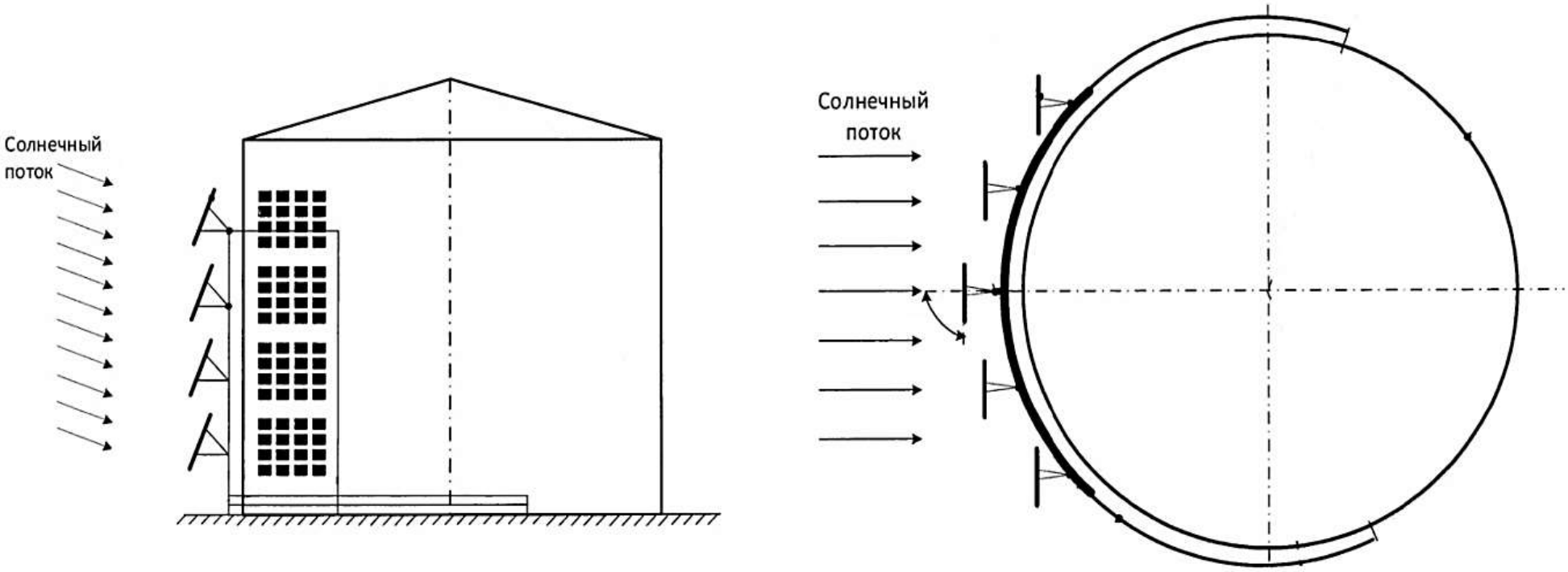
При таких данных значение тепловых потерь за год получим: Q = 316 872 кВт.

На рисунке 4 показано размещение солнечных панелей на одной трети боковой стенки резервуара вертикального стального (РВС). На основе данного расположения солнечных панелей были выполнены последующие расчёты их экономической эффективности и окупаемости.

На основе представленных выше данных были проведены вычисления и составлена таблица 1, в которой отражены показатели окупаемости внедрения солнечных панелей в качестве дополнительного источника энергии для подогрева нефтепродуктов в резервуарах для хранения (РВС). В указанной таблице также представлен процентное соотношение количества киловатт-часов энергии, которое можно возместить при использовании солнечных батарей в год. Городом с наименьшим сроком окупаемости (2,2 года) оказался Улан-Удэ, в то время как наибольшее значение окупаемости (4,8 года) зафиксировано для Мурманска.

Таблица 1 –Расчет окупаемости

Город	Количество часов солнца в год	Возмещенные кВт в год, %	Окупаемость, год
Петропавловск-Камчатский	1662	27%	3,8
Якутск	2229	37%	2,5
Хабаровск	2449	40%	2,6
Находка	2368	39%	2,8
Улан-Удэ	2797	46%	2,2
Томск	1958	32%	3,2
Новосибирск	2077	34%	3,0
Барнаул	1936	32%	3,3
Тюмень	2000	33%	3,2
Мурманск	1292	21%	4,8
Санкт-Петербург	1628	27%	4,1
Калининград	1660	27%	4,2
Сыктывкар	1519	25%	4,2
Брянск	1776	29%	3,9
Москва	1723	28%	3,9
Нижний Новгород	1775	29%	3,7
Воронеж	1800	30%	3,8
Севастопль	2342	39%	3,2
Саратов	2054	34%	3,4
Оренбург	2331	38%	2,9
Сочи	2177	36%	3,5
Кисловодск	2147	35%	3,2
Астрахань	2410	40%	3,1



а) вид с боку,
б) вид с верху

Рисунок 4 – Расположение солнечных панелей на резервуаре

В заключении отметим, что интеграция солнечных панелей для обогрева вертикальных стальных резервуаров значительно снижает углеродный след и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. Однако, большинство городов России не подходит для их использования из-за климатических условий и нехватки солнечных дней в году. Тем не менее, в ряде регионов, таких как Улан-Удэ, Хабаровск и Астрахань, внедрение солнечных панелей может привести к сокращению затрат на потребление энергии традиционных источников до 40–50%.

Библиографический список:

1. Обогрев вертикального стального резервуара с рапсовым маслом объем 750 м3 [Электронный ресурс]. - https://clck.ru/3Kyf3H (13.03.2025).
2. Солнечный модуль TopRay Solar 660M TPSh-M12M132DH1T (DOUBLE GLASS) [Электронный ресурс]. - https://clck.ru/3KyfPY (10.03.2025).
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ [Электронный ресурс]. - https://clck.ru/3KyiP9 (10.03.2025).
4. Орлов М. Е. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен : учебное пособие / Ульяновский гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 204 с.

УДК 621.644.07

Разработка методики подбора толщины стенки магистральных газопроводов, сооружаемых из труб высоких классов прочности

Безносиков Д. И.
Научный руководитель – Семиткина Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Развитие системы газопроводного транспорта происходит путем увеличения числа и общей длины газопроводов, а также улучшения их рабочих параметров. Важнейшим фактором, оказывающим влияние как на технологические параметры трубопроводов, так и на инженерные решения, используемые при их строительстве, является максимальное рабочее давление. Повышение давления приводит к существенному увеличению количества газа, перекачиваемого по одной нитке газопровода. Одновременно с этим, наблюдается неуклонный рост толщины стенок магистральных газопроводов, что создает трудности при проведении строительно-монтажных работ и увеличивает вес труб. Одним из вариантов решения проблемы, связанной с ростом толщины стенок трубопроводов при увеличении рабочего давления, является использование сталей с улучшенными прочностными характеристиками. Проектом строительства газопровода Сила Сибири-2 предусматривает рабочее давление равное 14,71 МПа. Новый вид трубной продукции класса прочности К80 одно из возможных решений снижения металлоемкости трубопровода.

Целью данной работы является – совершенствование методологии толщины стенки для магистральных газопроводов, вследствие увеличения рабочего давления в трубопроводе, которое приводит к существенному увеличению толщины стенки.

Ключевые механические характеристики высокопрочных сталей, используемых для производства труб, определяются в первую очередь их прочностными параметрами, такими как предел прочности и предел текучести. Эти показатели выявляются в процессе проведения испытаний на растяжение. Предел текучести определяют по диаграмме растяжения, полученной на испытательной машине. Для определения временного сопротивления образец подвергают растяжению под действием плавно возрастающего усилия до разрушения.

К трубному металлу класса прочности К80 предъявляются определенные требования, касающиеся его механических характеристик, их разработали в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Таблица 1 - Требования к механическим свойствам основного металла труб класса прочности К80 [1].

Тело трубы		
Предел текучести $[\sigma_т]$, МПа	Предел выносливости $[\sigma_в]$, МПа	Относительное удлинение $[\delta]$, %
690-840	760-990	Минимум 17

Был проведен патентный поиск способ производства труб класса прочности К80 [2].

В Патенте RU 2635122 предложен способ производства труб, достигающий класса прочности К80. Способ производства толстолистового проката толщиной 14-31 мм класса прочности К80 для изготовления электросварных труб магистральных трубопроводов диаметром до 1420 мм. Оптимальное соотношение химического состава позволяют добиться обеспечение требований НТД по ударной вязкости, пластичности при этом обеспечив стабильность получения данных свойств. Результаты механических испытаний достигают требований разработанные ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Выполнено сопоставление расчетных параметров прочности газопроводной системы, изготовленной из труб класса прочности К65 и К80, с использованием методических указаний, представленных в СП 36.13330.2012 и ГОСТ Р 55989-2014. Механические характеристики трубной стали класса прочности К80 взяты из патента RU 2635122, К65 трубы с высокой деформационной способностью.

Согласно методологии, изложенной в СП 36.13330.2012, анализ продемонстрировал, что применение стали класса К80, благодаря её улучшенным прочностным показателям, позволяет уменьшить толщину стенок трубопровода на 18% для всех категорий участков, что, в свою очередь, приводит к снижению металлоемкости. По методологии ГОСТ Р 55989-2014 это сокращение составляет 20%.

Результаты анализа представлены в таблице 2,3.

Таблица 2 – Применение труб классов прочности К65 и К80 согласно СП 36.13330.2012 [3]определение расчетных характеристик.

Параметр	Участок В		Участок I-II		Участок III-IV	
	К65	К80	К65	К80	К65	К80
Предел текучести стали, $\sigma_{0,2}$ МПа	557	690	557	690	557	690
Предел прочности стали, $\sigma_В$ МПа	640	790	640	790	640	790
Коэффициент условий работы ТП	0,66		0,825		0,99	
R_1, МПа	227	282	284	352	341	423
R_2, МПа	242	275	303	344	363	412
Расчетная толщина стенки, δ мм	47,2	38,6	38,3	31,2	32,2	26,8
Кольцевые напряжения $\sigma_{кц}$, МПа	207	256	258	320	310	375

Таблица 3 – Расчетные параметры применения труб классов прочности К65 и К80 по ГОСТ Р 55989-2014 [4].

Параметр	Участок В		Участок I-II		Участок III-IV	
	К65	К80	К65	К80	К65	К80
Расчетная толщина стенки, δ мм	42,9	33,5	35,6	28,8	29,7	24,0

Важно подчеркнуть, что методология СП 36.13330.2012 охватывает трубопроводные системы, функционирующие в диапазоне давлений от 1,2 до 10 МПа. Тем не менее, в рамках данной работы, расчёт прочности, описанный в указанном своде правил, был применен с допущением до давления в 14,71 МПа. В дальнейшем рассматривается возможность определения толщины стенок, основываясь на допустимом уровне напряжения в трубе во время гидравлических испытаний. Данный вариант предполагает следующие условия:

- при проведении гидравлических испытаний трубопроводов кольцевое напряжение не должно превышать 90% от установленного предела текучести материала труб;
- гидравлические испытания для участков категории В проводятся с давлением, в 1,5 раза больше максимального рабочего. Для зон категорий С [I, II] это значение равно 1,25, а для зон категории Н [III, IV] – 1,1 от максимального рабочего давления.
- кольцевые напряжения в теле трубы при наибольшем рабочем давлении определяются исходя из значений кольцевых напряжений, зафиксированных при гидравлических испытаниях.
- расчет толщины стенки трубы производится по указанной ниже формуле, при этом не принимаются во внимание дополнительные коэффициенты, учитывающие надежность, исходя из кольцевых напряжений, возникающих в стенке трубопровода при максимальном рабочем давлении.

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \sigma_{кц}^{\text{при гидравлических испытаниях}}}, \quad (1)$$

где P – Рабочее давление;

D – наружный диаметр;

$\sigma_{кц}^{\text{при гидравлических испытаниях}}$ – кольцевые напряжения при проведении гидравлических испытаний

Итоги анализа параметров после приведения к норме значений давлений, полученных в ходе гидравлических испытаний, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты параметров при нормировании давлений гидравлических испытаний

Параметр	Участок В	Участок С	Участок Н
δ, мм	25,2	21,0	18,5
$\sigma_{кц}$, МПа	414,4	497,3	564,5
$\frac{\sigma_т}{\sigma_{кц}}$	1,67	1,39	1,22
$\frac{\sigma_{кц}}{\sigma_{кц}^{\text{при исп.}}}$	0,9	0,9	0,9

Эксперимент

Объектом исследования является участок трубопровода под давлением 14,71 МПа, изготовленный из трубной продукции класса прочности К80. Толщина стенки, рассчитанная ранее, соответственно равна 25,2 мм; 21 мм и 18,5 мм.

Сетка конечных элементов построена автоматическом режиме. По результатам численного эксперимента в программном комплексе определены величины значения эквивалентных напряжений по Мизесу. Согласно полученным результатам, эквивалентные напряжения по Мизесу в трубе составили 370 МПа, 448 МПа, 508 МПа. Принимая во внимание предел текучести равен 690 МПа, коэффициенты безопасности составляют 1,86; 1,54 и 1,36. На основании результатов численного моделирования, можно утверждать, что труба способна выдержать установленные нагрузки.

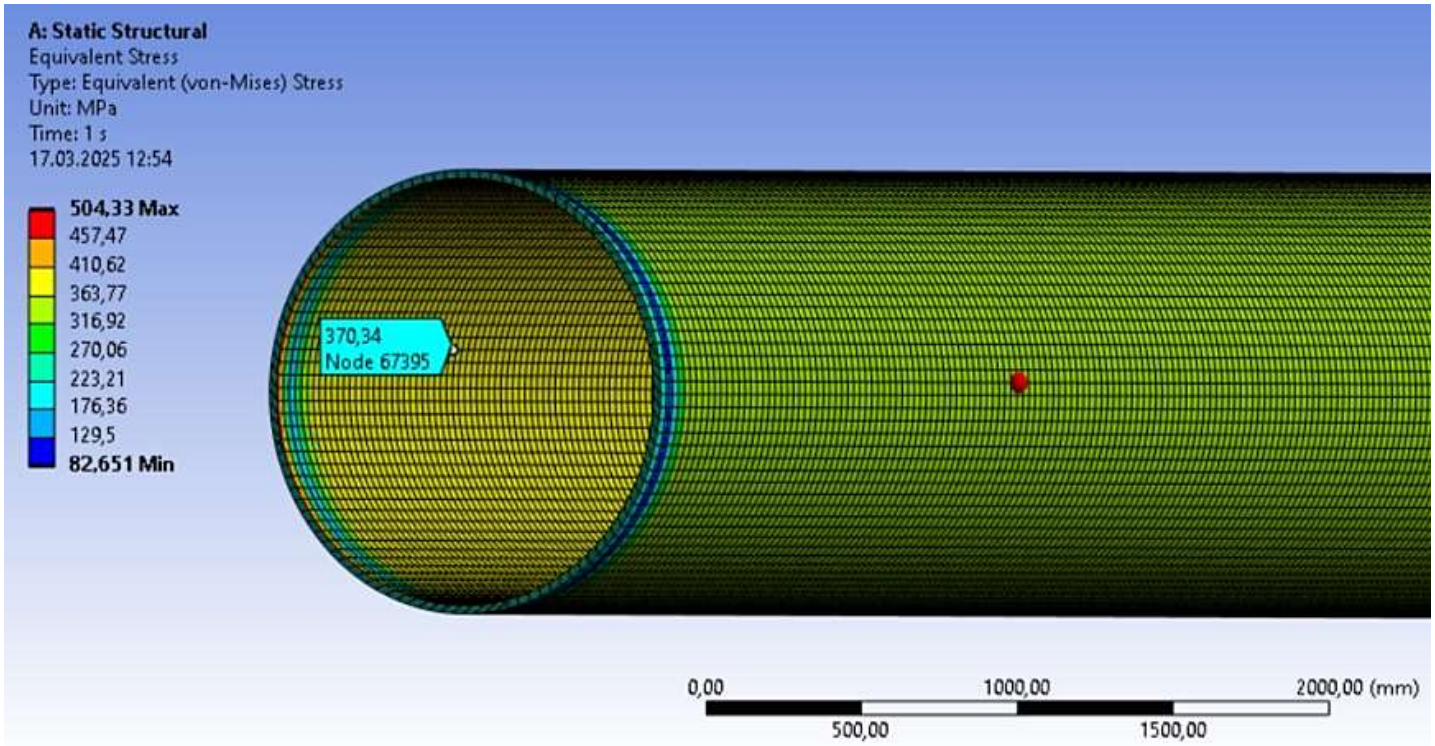


Рисунок 1 - Эпюра эквивалентных напряжений по Мизесу [$\delta = 25{,}2$ мм]

Таблица 5 – Моделирование участка трубопровода D = 1420 мм толщиной стенки $\delta = 25{,}2$ мм

Параметр	Значение
К80	
$P_{раб}$	14,71 МПа
$\delta_{ст}$	25,2 мм
$\sigma_т$	690 МПа
$\sigma_{экв}^{Мизесу}$	370 МПа
$\frac{\sigma_т}{\sigma_{экв}^{Мизесу}}$	1,86

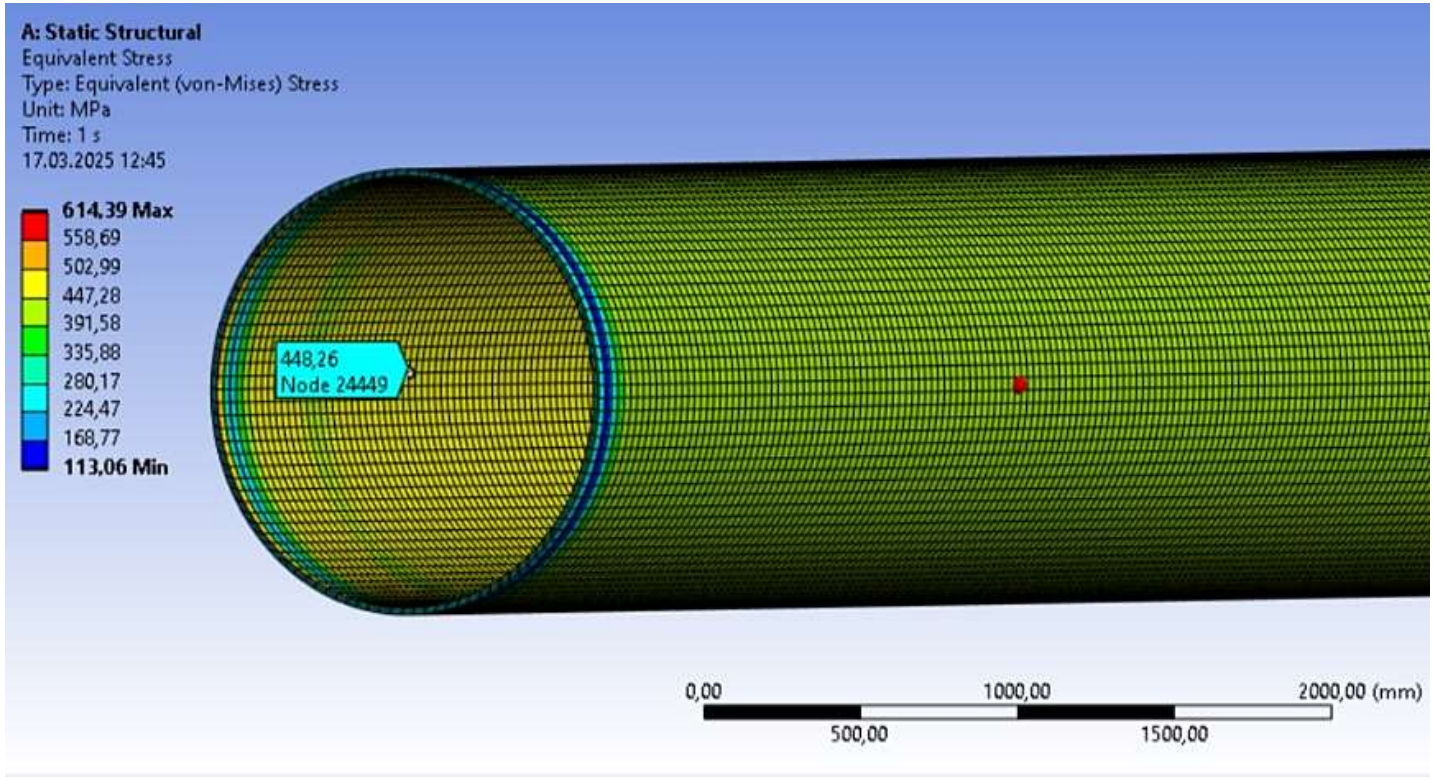


Рисунок 2 - Эпюра эквивалентных напряжений по Мизесу [$\delta = 21{,}0$ мм]

Таблица 6 – Моделирование участка трубопровода D = 1420 мм толщиной стенки $\delta = 21{,}0$ мм

Параметр	Значение
К80	
$P_{раб}$	14,71 МПа
$\delta_{ст}$	21,0 мм
$\sigma_т$	690 МПа
$\sigma_{экв}^{Мизесу}$	448 МПа
$\frac{\sigma_т}{\sigma_{экв}^{Мизесу}}$	1,54

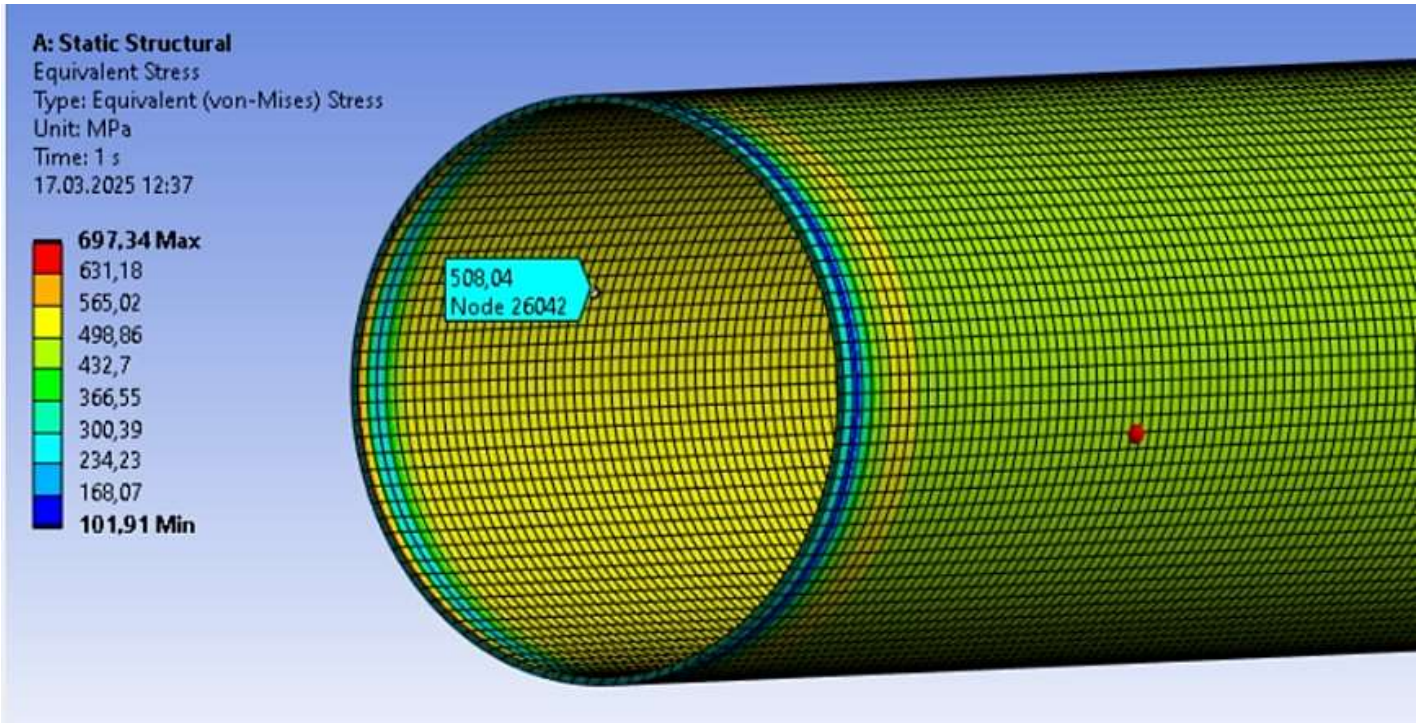


Рисунок 3 - Эпюра эквивалентных напряжений по Мизесу [$\delta = 18{,}5$ мм].

Таблица 7 – Моделирование участка трубопровода D = 1420 мм толщиной стенки $\delta = 18{,}5$ мм

Параметр	Значение
К80	
$P_{раб}$	14,71 МПа
$\delta_{ст}$	18,5 мм
$\sigma_т$	690 МПа
$\sigma_{экв}^{Мизесу}$	508 МПа
$\frac{\sigma_т}{\sigma_{экв}^{Мизесу}}$	1,36

Обеспечение роста эффективности функционирования ключевых газотранспортных систем является приоритетной целью для российской газовой отрасли. Одним из наиболее действенных способов достижения данной цели является повышение допустимого рабочего давления в трубопроводах. Указанное повышение сопровождалось постоянным увеличением толщины стенки. Решением данной проблемы является повышение прочностных характеристик труб. В статье предложен альтернативный вариант подбора толщины стенки, который позволяет существенно уменьшить данный параметр. Состояние повышенного напряжения будет поддерживаться с коэффициентом безопасности, который не выходит за границу предела упругости стали, используемой в трубах.

Библиографический список:

1. Недзвецкий М.Ю., Арабей А.Б., Ментюков К.Ю., и др. Освоение производства труб большого диаметра класса прочности К80 (Х100) в России // Научно-технический сборник «Вести газовой науки», 2020 №2 (44). С. 22-28.
2. Пат. 2635122 Российская Федерация, МПК C21D 8/02, B82B 1/26, C22C 38/54. Способ производства толстолистового проката классов прочности K80, X100, L690 для изготовления электросварных труб магистральных трубопроводов / Д.А. Рингинен; заявитель и патентообладатель Акционерное Общество "Выксунский металлургический завод" (АО "ВМЗ"). – № 2017102434; заявл. 2017.01.25; опубл. 2017.11.09
3. СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85» * (утверждён приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 25.12.2012 №108/ГС).
4. ГОСТ Р 55989-2014. Магистральные газопроводы. Нормы проектирования на давление свыше 10 МПа : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.04.2014 г. №277-ст : дата введения 01.04.2014 г. – Текст : непосредственный.
5. ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16.07.84 № 2515 : дата введения январь 2008 г. – Текст : непосредственный.

УДК 622.624:014.27

Анализ средств балластировки и закрепления магистрального газопровода на слабонесущих грунтах

Титова А. И., Кривов В. Е.
Научный руководитель - Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Значительная часть территории Российской Федерации обводнена, свыше 10% всей территории страны занимают обводненные и болотистые участки, что можно увидеть на рисунке 1

В следствии данных особенностей территории, трубопроводы, проходящие на территории России, нуждаются в некой фиксации на месте. При отсутствии закрепления трубопровода, проходящий на обводненном участке трассы, трубопровод может потерять свое устойчивое проектное положение. Потеря устойчивости трубопроводом может в свою очередь привести к всплытию самого трубопровода, повышению напряжений в трубопроводе, приводящего к повреждению изоляции и нарушению прочности трубы, и к необходимости произведения ремонтно-восстановительных работ, приводящих к затрате значительных капитало вложений, для возвращения трубопровода в проектное положение.

Таким образом, балластировка на водонасыщенных грунтах является важным этапом стабилизации магистрали трубопровода, обеспечивающим устойчивое положение трубы на проектных отметках за счет препятствия его всплытию. [5]

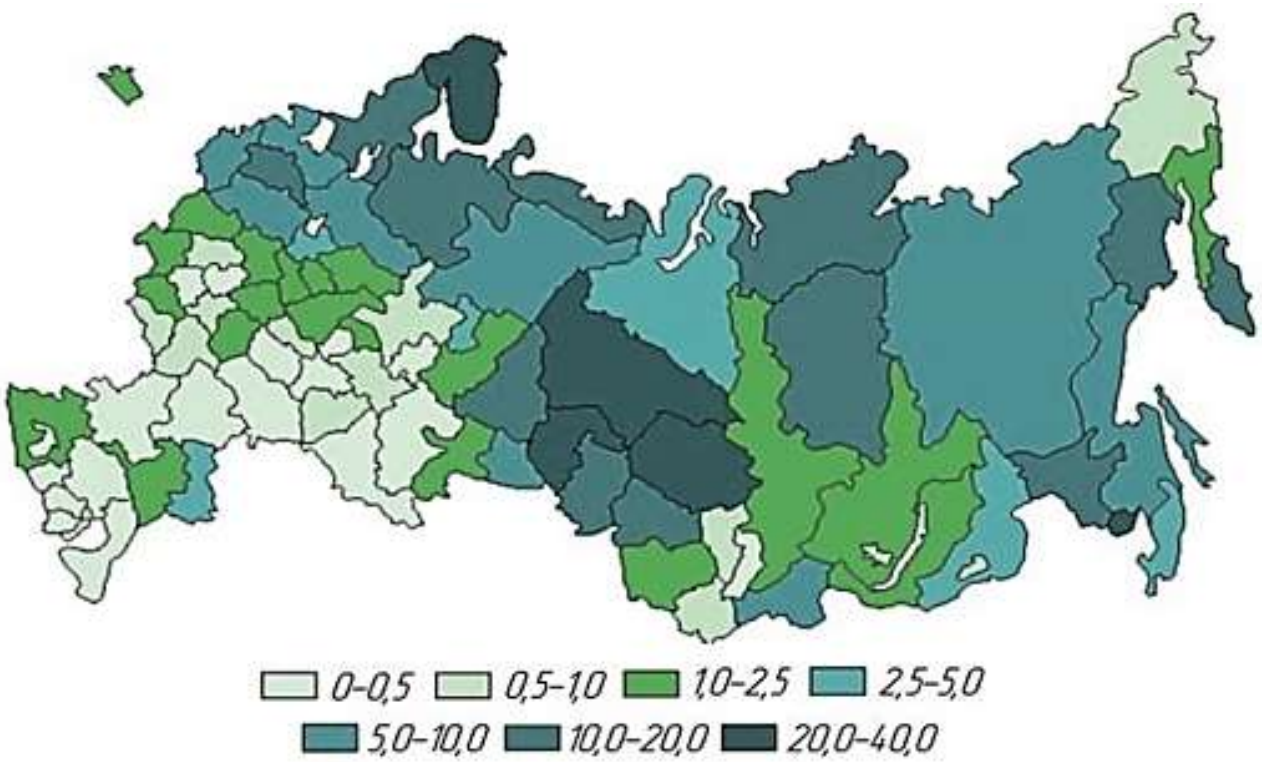


Рисунок 1 - Карта распределения площадей болот Российской Федерации

На данный момент времени балластирующие устройства разделяют на две группы: пригрузы и отпоры. Пригрузами называют балластирующие устройства, действующие на трубопровод за счет тяжести собственного веса. Отпорами принято называть балластирующие устройства, использующие для удержания трубопровода на месте за счет удерживающей способности почвы.

Пригрузами могут быть железобетонные и чугунные утяжелители охватывающего типа (УБО), железобетонные седловидные утяжелители (УБК), железобетонные и чугунные кольцевые утяжелители (УТК(УЧК)); грунтозаполняемые устройства ПКБУ, НСМ и ПКУ, а также сплошное обетонирование трубы. [4]

Утяжелители охватывающего типа(УБО) состоят из двух железобетонных блоков со скосами и двух металлических или мягких соединительных поясов, которые защищают изоляционное покрытие. Пояса применяются для фиксации блоков на трубопроводе и относительно друг друга. Данный тип пригруза может применяться для удержания трубопроводов диаметром от 529 мм до 1420 мм, УБО можно использовать на всех типах болот, не получающих в процессе эксплуатации трубопровода продольных движения свыше 4 сантиметров. Данное балластирующие устройство показано на рисунке 2.[4]

Седловидные утяжелители (УБК) применяются на заболоченных и пойменных участков подводных трубопроводов, которые имеют диаметр от 273 мм до 1420 мм, проходящие через болота с мощностью торфа не более 1-1,5 метра. Седловидные балластирующие устройства показаны на рисунке 3.

Но железобетонные утяжелители охватывающего типа и железобетонные седловидные утяжелители имеют общий существенный недостаток. УБО и УТК склонны опрокидываться с тела трубы, данные балластирующие устройства могут сразу после установки немного отклониться от проектного положения.

Кольцевые балластирующие устройства (УТК, УЧК) применяют для удержания магистральных трубопроводов, имеющих диаметр в диапазоне от 325 мм до 1420 мм, применяются на всех типах болот. Данный тип пригрузки состоит их двух железобетонных или чугунных полуколец, закрепленных между собой стяжными элементами, представляющими собой шпильки, шайбы и гайки. Кольцевое балластирующее устройство представлено на рисунке 4.

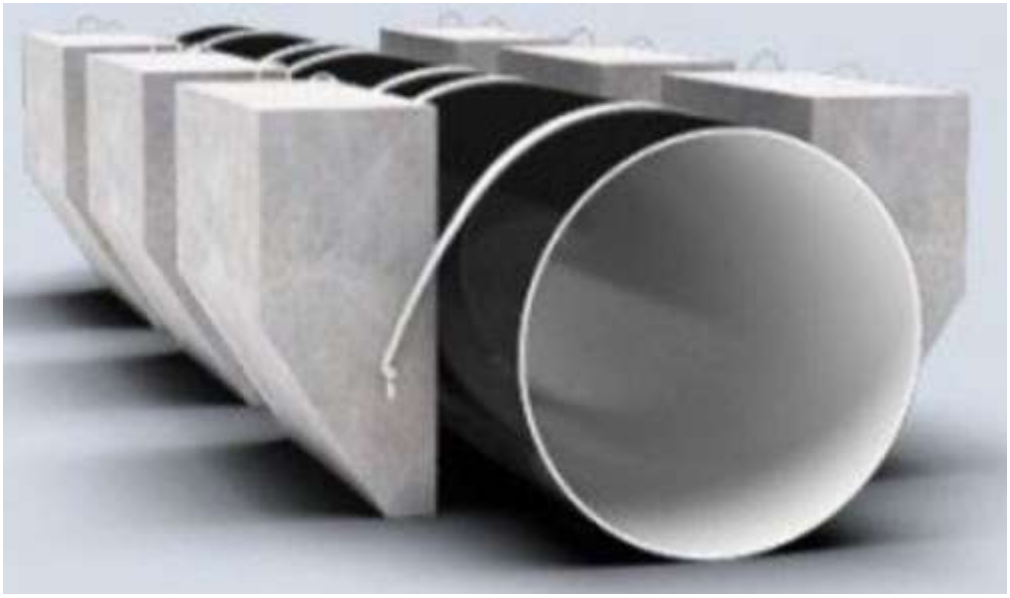


Рисунок 2 – Утяжелитель охватывающего типа (УБО)

Рисунок 3 – Седловидный утяжелитель (УБК)

Рисунок 4 – Утяжелитель кольцевой

Железобетонные пригрузы типа УТК, УЧК и УБО имеют такие общие недостатки как размер и вес конструкции, приводящих к значительным затратам на установку; склонность к опрокидываниям и соскальзываниям с трубопровода и неравномерное распределение балластирующей участка, связанное с отсутствием возможности точной установки парных блоков пригрузов в трассовых условиях. [3]

Сплошное обетонирование трубы производится только в заводских условиях с соблюдением всех требований нормативно-технической документации. При таком типе балластировки у трубопровода имеется такое достоинство как устойчивость к внешним воздействиям, однако остается вероятность повреждения изоляции трубопровода во время выполнения строительно-монтажных работ. Данный тип закрепления трубопровода на проектном положении весьма высокую себестоимость изготовления. Однако у сплошного обетонирования низкая стойкость к деформациям под влиянием изгибающих нагрузок, что влечет за собой растрескивание бетонного покрытия трубопровода в углах поворота трассы и в местах пониженных участков трассы. Данный тип балластируещего устройства показан на рисунке 5.

Рисунок 5 – Сплошное обетонирование трубы

Полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ) используются для балластировки трубопроводов, которые прокладываю на обводненных участках трассы трубопровода. Контейнеры балластирующего устройства заполняют привозными минеральными грунтами, не имеющими примесей торфа и снега.

ПКБУ состоит из мягкой части, состоящей из пары синтетических тканевых емкостей, расположенные по разные стороны трубопровода, противоразмываемых перегородок и грузовой ленты, а также из металлической части, представляющей собой распорной рамы, поддерживающей каркас для тканевых мешков. Данный тип балластирующего устройства разрешено применять только на болотах, имеющих глубину не более глубины самой траншеи. ПКБУ показан на рисунке 6.

Полимерно-контейнерные устройства с использованием полотнищ из синтетических материалов (НСМ) позволяют использовать для пригрузки дополнительный объём грунта, который расположен между стеной траншеи и трубой. Данное балластирующее устройство хорошо пропускают воду в обе стороны от трубопровода и вдоль траншеи, тем самым предотвращая вымывание грунта из конструкции, для частички объемом больше 50 мм. Балластировка с использованием НСМ производится только строго после укладки трубопровода на проектные отметки, при условии отсутствия воды в траншее во время установки данного типа балластировки. Полимерно-контейнерные балластирующие устройства с использованием полотнищ из синтетических материалов показаны на рисунке 7.

Рисунок 6 – Полимер контейнерное устройство (ПКБУ)

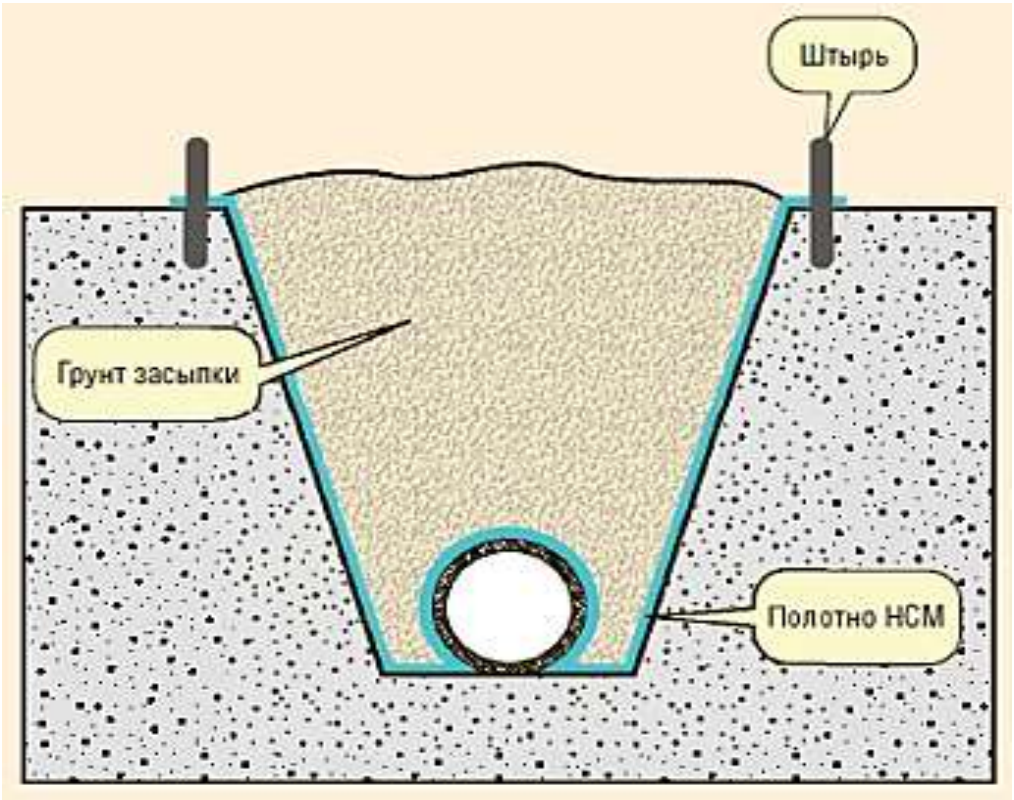


Рисунок 7 – Балластировка НСМ

Наполняемые грунтом полимерконтейнерные устройства (ПКУ) представляют собой ёмкость, повторяющую вид П-образного утяжелителя. Данные пригрузы предназначены для балластировки трубопровода от 63 до 1420 мм при прокладке трассы в местностях с водонасыщенными грунтами, для исключения всплытия трубопровода в процессе эксплуатации. Для избегания застоя воды, в нижней части корпуса контейнера ПКУ располагаются дренажные отверстия, перекрываемые специальной полимерной сеткой. Балластирующее устройство ПКУ: не требует силовых поясов для установки утяжелителей на трубопровод и футеровочных матов. Пригруз типа ПКУ показан на рисунке 8.

Рисунок 8 – Балластировка ПКУ

Самым главным недостатков полимерных контейнеров ПКУ, НСМ и ПКБУ является необходимость заполнения их определенными отобранными породами, приводящей к значительным экономическим затратам, в следствии удаленности обводненных болотистых мест от карьеров, из которых добывают грунт для заполнения данного типа балластировки. Несмотря на попытки полного предотвращения вымывания из полимерных контейнеров засыпки, грунт из данного типа пригруза со временем вымывается, что приводит к утрате способности удержания трубопровода этим типом пригрузом. [2]

Отпоры включают в себя винтовые, дисковые вмораживаемые, инъекционные анкерные устройства и анкерные устройства раскрывающего типа.

Винтовые анкерные устройства (ВАУ) предназначены для балластировки трубопроводов, имеющих диаметр от 325 до 1420 мм. Конструкция устройства состоит из двух винтовых лопастей, двух анкерных тяг с наконечниками и силового соединительного пояса. Для данного балластирующего устройства строго необходима футеровка. Минимальная глубина заложения винтового анкерного устройства в грунт равняется шести диаметрам его лопасти. Главным преимуществом такой балластировки является незначительная масса устройств, что позволяет быстро доставить данный тип балластировки на удаленные участки строительства с относительно небольшой экономической затратой. ВАУ показан на рисунке 9. [1]

Дисковые вмораживаемые анкерные устройства состоят из двух анкерных тяг с одним либо с двумя круглыми дисками на любой тяге, расположенными на определённом расстоянии между собой, двух ограничителей усилий (компенсаторов) и силового соединительного пояса. После засыпки анкера грунтом, заливают грунт водой для заморозки. Компенсаторы в анкерном приспособлении могут применяться для закрепления на проектном положении газопроводов, прокладываемых в пучинистых грунтах. Данный тип пригрузки рекомендуется применять на участках вечной мерзлоты. Данный тип отпора представлен на рисунке 10. [1]

Инъекционные анкерные устройства (ИАУ) применяются для удержания на проектных отметках трубопроводов диаметром до 1420 мм. ИАУ являются одними из самых часто применяемых на практике способов балластировки трубопровода. Несущая способность данного анкерного устройства определяется как геометрическими параметрами устройства, так и вводимым в грунт твердеющим раствором, которое подают в почву под избыточным давлением. Инъекционное анкерное балластирующее устройство показано на рисунке 11.

Анкерные устройства раскрывающего типа состоит из тяги, соединительного пояса и раскрывающей лопасти. Закрепление трубопроводов данными устройствами можно производить в зимних и в летних условиях. Данный тип отпора преимущественно устанавливают на болотах, а также заболоченных и обводненных территориях. Главными преимуществами таких устройств считают их небольшой размер, низкую металлоемкость и высокую надежность раскрытия лопастей анкера. Данный тип балластирующего устройства показан на рисунке 12.[1]

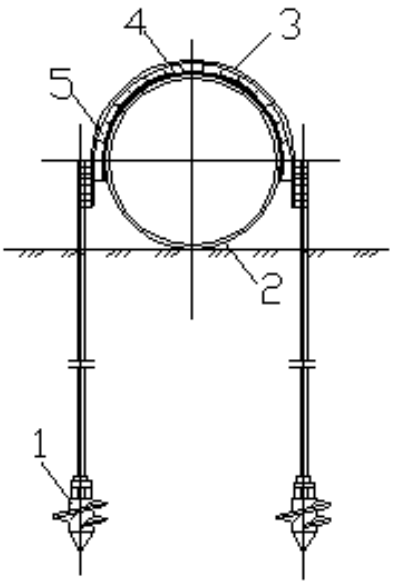


Рисунок 9 – ВАУ

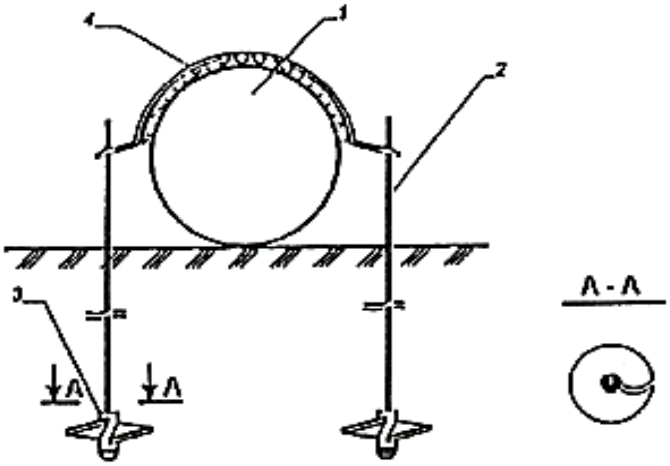


Рисунок 10 – Дисковое вмораживаемое АУ

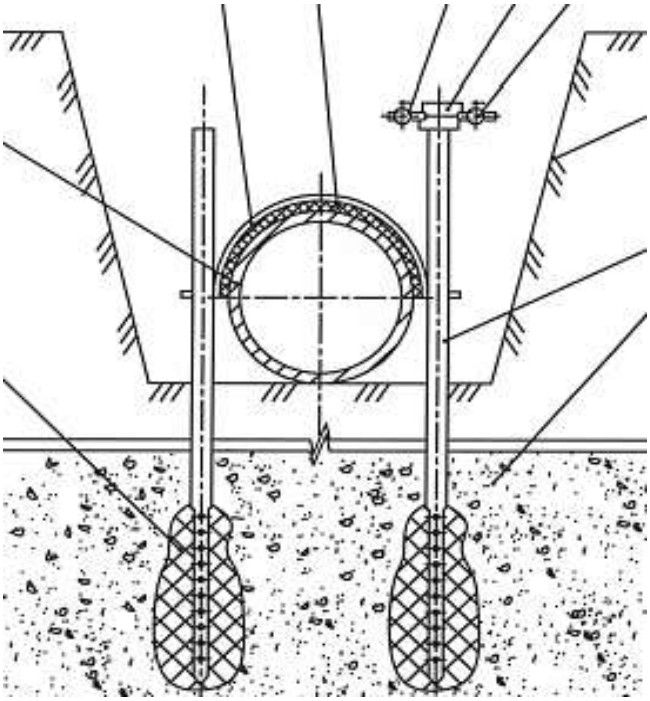


Рисунок 11 – Анкер инъектор

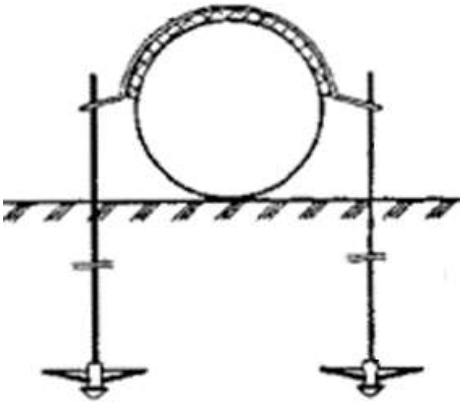


Рисунок 12 – АУ раскрывающегося типа

Анкерные балластирующие устройства имеют существенный недостаток, при выходе из строя одного анкерного устройства другие анкеры в цепи также потеряют удерживающую способность, что в следствии ведет к потере их функции и возможности всплытия трубопровода на обводненном участке. Рассмотренные отпоры на участках со слабой несущей способностью грунта, представляют сложности для оперативного монтажа и демонтажа самого устройства без специального оборудования.

Таким образом, проанализировав использующиеся на данный момент времени балластирующие устройства разных типов, мы можем выделить их преимущества и недостатки. Как решение недостатков применяемой балластировки трубопроводов в дальнейшем можно рассмотреть комбинированное применение нескольких балластирующих устройств разных типов или создание более совершенных балластирующих устройств.

Библиографический список:

1. Гулин, Д. А. Обеспечение устойчивости трубопровода в слабонесущих грунтах с использованием вакуумных анкерных устройств, дисс. канд.техн. наук. Уфимский государственный нефтяной технический университет. Уфа.2019 г. 149 стр.
2. Гулин, Д.А. О закреплении подземных магистральных трубопроводов на болотах / Д.А. Гулин, Х.Ш. Шамилов, Р.Р.Хасанов, С.М. Султанмагомедов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». –2015. – №3 – С. 330–345.
3. СТО Газпром 2-2.2-577-2011 «Средства балластировки и закрепления газопроводов в проектном положении».
4. РД 91.200.00-КТН-044-11 «Регламент применения балластирующих устройств при проектировании и строительстве магистральных трубопроводов». . М.: АК «Транснефть», 2011. 36 с.
5. Димов, Л.А. Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности / Л.А. Димов, Е.М. Богушевская. – М.: Горная книга, 2010. – 392 с.

УДК 621.6

КПД работы нефтепровода

Терновый В. М.
Научный руководитель – Терентьева М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Эффективность работы нефтепроводов является одним из ключевых аспектов современной нефтяной промышленности. Нефтепроводы обеспечивают надежную и эффективную транспортировку нефти от мест ее добычи до потребителей, что делает их важной составляющей мировой энергетической инфраструктуры. Однако, как и любая другая инженерная система, трубопроводы сталкиваются с различными техническими и экономическими вызовами, требующими постоянного внимания и оптимизации.

Одним из главных показателей, характеризующих работу нефтепровода, является коэффициент полезного действия (КПД). КПД отражает отношение полезной работы, выполненной системой, к общей затраченной энергии. Для нефтепроводов это означает, что чем выше КПД, тем более эффективно используется энергия для передачи нефти и тем ниже потери энергии в процессе эксплуатации. Высокий КПД является показателем как технической, так и экономической результативности работы ефтепровода за счет сокращения расходов на энергию и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Исследование и оптимизация КПД нефтепроводов приобретают особое значение в условиях глобального энергетического кризиса и усиливающейся конкуренции на рынке энергетических ресурсов. Эффективное использование энергии и снижение затрат на ее потребление являются приоритетными задачами для всех участников нефтегазовой отрасли. В этом контексте важным аспектом становится минимизация удельных затрат энергии на перекачку нефти, что требует глубокого анализа и внедрения современных технологий и методик управления.

Цель работы – Целью работы является исследование и оптимизация (КПД) работы магистрального нефтепровода, что позволит повысить энергетическую эффективность и экономическую целесообразность эксплуатации нефтепроводной системы.

Задачи:

1. Изучение теоретических основ и методов расчета КПД нефтепровода.
2. Изучить возможные методы улучшения КПД работы нефтепровода.
3. Провести анализ КПД участка нефтепровода Приводино – Грязовец

КПД нефтепровода определяется как отношение полезной работы, совершаемой нефтепроводом, к затратам энергии на его функционирование (Аполезн/Азатр*100%). Чем выше КПД, тем более эффективно используется энергия, и тем меньше потери энергии в процессе транспортировки нефти.

Для улучшения экономической эффективности нефтепровода стараются достичь максимального КПД, чтобы снизить затраты на энергию. Повышение КПД также позволяет снизить негативное влияние на окружающую среду, так как уменьшается потребление энергии и выбросы вредных веществ.

2) Анализ основных факторов, влияющих на КПД работы нефтепровода, является важной частью исследования эффективности транспортировки нефти. Рассмотрим схему:

1.Режим эксплуатации определяет условия работы нефтепровода, включая температуру, давление, скорость потока нефти и другие параметры

2.Тепловые потери в трубопроводной системе могут быть значительными, особенно при длительной транспортировки нефти на большие расстояния.

3.Скорость потока нефти также оказывает существенное влияние на КПД работы нефтепровода. При слишком низкой скорости потока возникают проблемы с перемешиванием нефти, а также возможны отложения и образование пробок в трубопроводе. При слишком высокой скорости потока увеличиваются гидравлические потери и энергозатраты на поддержание такой скорости.

4.Нагрузка на систему определяется объемом и скоростью потока нефти, а также требованиями потребителей. При недостаточной нагрузке возможны проблемы с перекачкой нефти, а при излишней нагрузке увеличиваются энергетические затраты и риск возникновения аварийных ситуаций.

5.Различные нефтепроводы имеют разные характеристики и условия эксплуатации, поэтому необходимо учитывать эти особенности при анализе КПД. Например, длина трубопровода, диаметр, материал труб, наличие насосов и других элементов системы - все это может оказывать влияние на эффективность работы нефтепровода

Метод расчета КПД НПС

КПД рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta_{\text{НПС}} = \frac{\mathbf{100 \cdot \Delta H \cdot 98066 \cdot \left(\frac{Q \cdot 10^3}{\rho \cdot 24 \cdot 3600}\right)}}{\mathbf{N}}$$

где ΔH – напор НПС, м;
N – мощность ,кВт;
Q – производительность $м^3/с$;

Пример расчета:

Рассчитаем КПД для НПС входящих в состав МН "Уса-Ухта", "Ухта-Ярославль" в январе для первого режима работы.

$$\eta_{НПС} = \frac{100 \cdot 44{,}9 \cdot 98066 \cdot \left(\frac{52{,}2 \cdot 10^3}{878 \cdot 24 \cdot 3600}\right)}{3600} \approx 84{,}164\%$$

При анализе КПД для различных режимов работы и различных месяцев наблюдается следующая тенденция:

1. Первый режим работы: Обычно характеризуется более стабильной и низкой энергозатратностью, что может быть связано с оптимальным использованием насосов и минимальными потерями на трение и теплообмен.

2. Второй и третий режимы работы: Часто показывают более высокие значения энергозатрат и, соответственно, более низкий КПД. Это может быть связано с увеличенной скоростью перекачки, более интенсивной работой насосов и повышенными потерями энергии.

Графики зависимости кпд НПС от производительности.

На основании данных, построены графики зависимости КПД от производительности для различных НПС в зимний и летний периоды. Рассмотрим результаты для нескольких ключевых станций: НПС Погорелово, НПС Приводино, НПС Грязовец и НПС Нюксеница.

1.НПС Погорелово:

В зимний период наблюдается увеличение КПД с ростом производительности до определенного значения, после чего КПД стабилизируется.

Летний период демонстрирует схожую тенденцию, однако значения КПД в среднем выше, чем в зимний период.

2.НПС Приводино:

Зимой КПД также возрастает с увеличением производительности, но после достижения максимума начинается снижение.

Летом КПД также растет с увеличением производительности, но снижение после максимума менее выражено по сравнению с зимним периодом.

3.НПС Грязовец:

В зимний период КПД возрастает с ростом производительности, достигая максимума и затем несколько уменьшается.

В летний период наблюдается стабилизация КПД при высоких значениях производительности.

4.НПС Нюксеница:

Зимой КПД увеличивается с ростом производительности, однако после достижения пика наблюдается резкое снижение.

Летний период показывает более стабильные значения КПД при увеличении производительности, с меньшим снижением после пикового значения.

Из представленных данных можно сделать следующие выводы:

1. КПД НПС имеет нелинейную зависимость от производительности, что обусловлено особенностями работы насосного оборудования и физических характеристик транспортируемой нефти.

2. В зимний период КПД чаще всего выше при низких значениях производительности, что может быть связано с более низкой температурой нефти и соответственно, более высокой вязкостью.

3. Летний период характеризуется более высокими значениями КПД при тех же значениях производительности, что связано с уменьшением вязкости нефти при более высоких температурах.

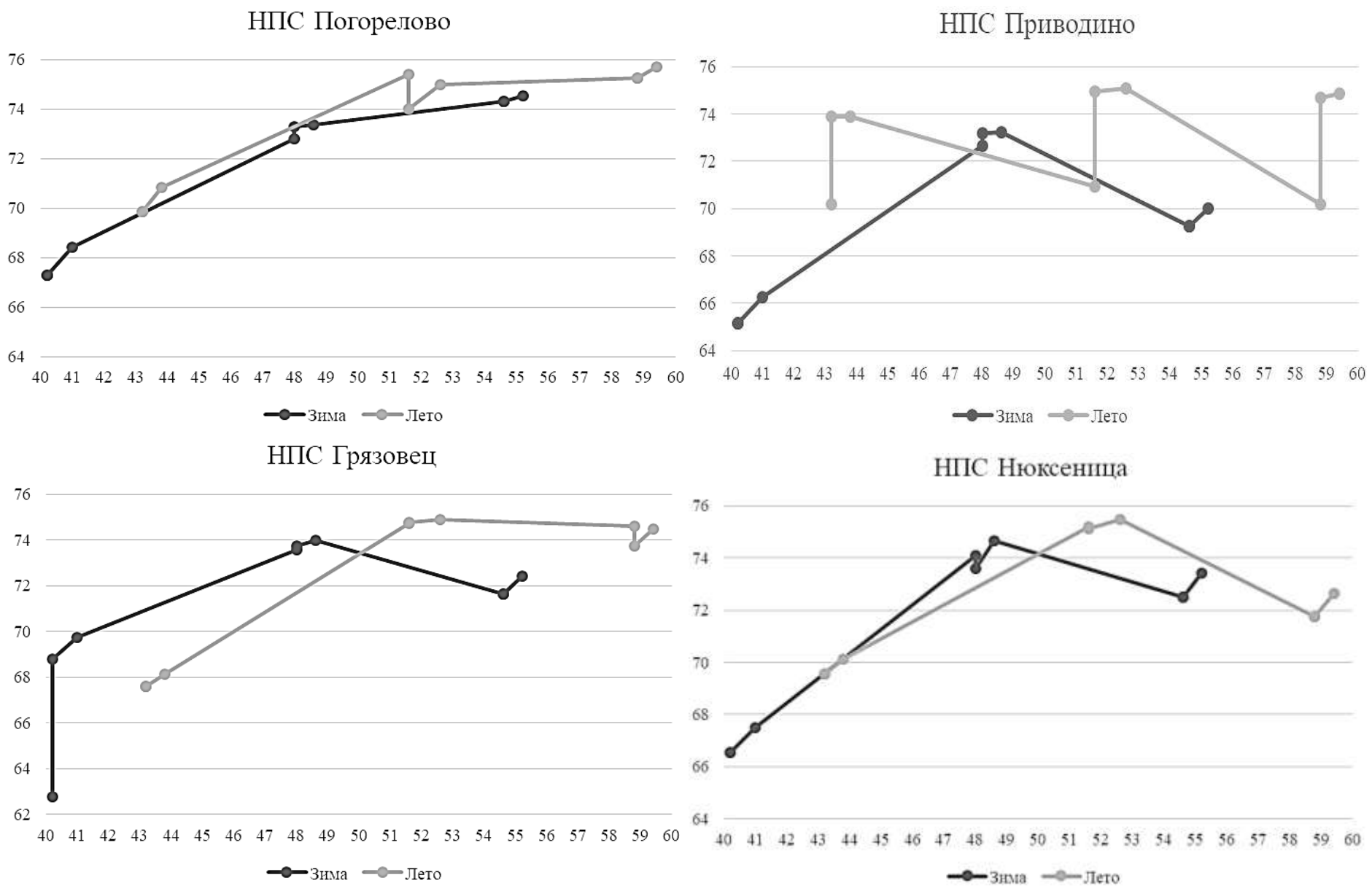

НПС Погорелово
НПС Приводино
НПС Грязовец
НПС Нюксеница
Зима
Лето

Рисунок 1

Максимальные значения КПД достигаются при средних значениях производительности, после чего наблюдается снижение, что может быть связано с возрастанием потерь энергии на трение и турбулентность потока при высоких значениях производительности.

Основные выводы исследования заключаются в следующем:

1.КПД — важный показатель работы нефтепровода, характеризующий энергетическую эффективность транспортировки нефти. Он зависит от таких факторов как, режим работы нефтепровода, напор и производительность.

2.Минимальные удельные затраты энергии — критерий, позволяющий оптимизировать энергетические затраты на транспортировку нефти. Достижение минимальных затрат возможно при учете физико-химических свойств нефти, гидравлических характеристик трубопровода и условий эксплуатации.

3.Факторы влияющие на КПД нефтепровода:

• Режим работы нефтепровода: Давление, температура и скорость потока нефти являются ключевыми параметрами, определяющими КПД. Оптимальное управление этими параметрами позволяет снизить энергетические затраты.

• Трение и гидравлические потери: Потери на трение существенно влияют на КПД нефтепровода. Использование современных материалов и технологий позволяет уменьшить эти потери.

Библиографический список:

1. А. А. Разбойников, Н. С. Барсуков Разработка методики оценки энергетической эффективности магистрального нефтепровода // Экспозиция Нефть Газ. 2019. №2 (69).
2. Голунов Н.Н., Лурье М.В. Выбор оптимального режима эксплуатации технологического участка нефтепровода с применением карт режимов работы // Территория Нефтегаз. 2018. №12.
3. Хасанов Ильнур Ильдарович, Шакиров Руслан Азатович МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ПАРАФИНИЗАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ЧАСТЬ 3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ИЗ АСПО // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2023. №3-4.
4. Николаев Александр Константинович, Плотникова Кристина Игоревна, Бадашина Наталья Алексеевна, Фидусь Алёна Ивановна ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДА, ОБОРУДОВАННОГО СИСТЕМОЙ ПОДОГРЕВА, ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2022.
5. Мажимова Дайана Жумагельдиновна, Иргибаев Тилеухан Иргибаевич Исследование оптимальных режимов работы магистрального нефтепровода Кенкияк-Кумколь // Наука и образование сегодня. 2020.

СЕКЦИЯ 11. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 552.578.2.061.4

Новая методика определения глинистости коллекторов нефти и газа

Дуркин В. В., Саврей Д. Ю., Близнюков В. Ю.
1 - Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия
2 - РАЕН, г. Москва, Россия

С целью определения фильтрационно-ёмкостных характеристик продуктивных пластов крайне важно учитывать наличие глинистых минералов в составе коллекторов.

Выделяются три их основные составляющие, влияющие на продуктивность коллектора:

- минералогический состав глин;
- анизотропия, вызванная наличием наслоением глинистых пропластков;
- коэффициент глинистости и песчанистости.

Коэффициент глинистости существенно влияет на фильтрационно-ёмкостные параметры коллектора, преимущественно на проницаемость горной породы. Наиболее благоприятным распределением глин в поровом пространстве коллектора является равномерно распределённый цементирующий материал, а менее благоприятным – наличие прослоев и неоднородностей с преимущественным содержанием глин. Исходя из структуры залегания и концентрации содержания глинистого цемента глинистость разделяют на массовую, объёмную или относительную.

С целью определения глинистости продуктивных коллекторах чаще всего используют геофизические методы, такие как определение естественной гамма-активности (ГК) или метод потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС) [1-3].

Метод ПС предполагает определение естественного электрического поля, которое меняется в результате вскрытия пласта скважиной из-за электрохимических процессов, а также зависит от литологического типа коллекторов. К происходящим электрохимическим процессам относят диффузию, адсорбцию и окислительно-восстановительные явления в сложившейся геологической обстановке. Наиболее значительными в методе ПС являются адсорбция и диффузия.

Метод ГК предполагает определение концентрации радиоактивных изотопов (урана, тория, калия). Естественные радионуклиды поглощаются преимущественно глинами, а сам фон ГК по стволу скважины используется как для решения геологических задач, так и для определения типа коллектора.

Однако, описанные выше методы дают высокий процент погрешности (ПС до 30 %, ГК 5-15 %).

В этой связи авторами предлагается новый комплексный петрофизический метод определения глинистости в любом типе коллекторов. В основе него лежат два составляющих компонента. Первый, базируется на положениях [4] определения адсорбции метиленового синего (МС).

Порядок определения.

В качестве метода определения содержания глинистых частиц в промывочной жидкости используется реакция с раствором МС. Поглощение МС позволяет оценить катионообменную ёмкость реакционноспособной глинистой фазы в промывочной жидкости. Величина поглощения МС и катионообменная ёмкость не всегда эквивалентны.

Раствор МС добавляют к объёму промывочной жидкости, который предварительно обработан серной кислотой и пероксидом водорода. Создают предельную концентрацию МС в испытуемом растворе, после чего каплю суспензии наносят на фильтровальную бумагу с определением окрашенного «ореола» вокруг капли.

Зачастую промывочные жидкости кроме реактивной коллоидной фазы имеют в своём составе вещества, поглощающие МС. Для исключения данных органических веществ (например, лигносульфонаты, лигниты, целлюлоза, полиакрилаты) используют раствор 3 % пероксида водорода.

Порядок измерения и расчёты.

1. Добавить 2,0 мл испытуемого раствора с неизвестным содержанием глинистых частиц (или объём жидкости, требующий от 2 до 10 мл раствора МС) в 10 мл воды колбу Эрленмейера.

2. К раствору из п. 1 добавить 15 мл 3 % раствора пероксида водорода и 0,5 мл серной кислоты. Кипятить (до полного кипения не доводить) раствор в течение 10 мин. После кипячения добавить воды до объёма 50 мл.

3. В колбу Эрленмейера постепенно добавлять по 0,5 мл раствора МС. Если концентрация глинистых частиц примерно известна, то начать титрование можно с добавления от 1,0 до 2,0 мл раствора МС. После каждого добавления раствора МС необходимо взболтать колбу в течение 30 с. При перемешивании стеклянной палочкой испытуемого раствора поместить 1 каплю на фильтровальную бумагу. Начальная конечная точка титрования достигнута в том случае, когда возникает голубой «ореол» вокруг дисперсных частиц глины, как это представлено на рисунке 1, позиция *4*.

4. После появления первого голубого «ореола» колбу снова перемешивают в течение 2 мин и наносят на фильтровальную бумагу ещё одну каплю раствора. В случае повторного образования голубого «ореола» вокруг дисперсных частиц приходят к выводу о достижении окончательной конечной точки титрования (рисунок 1, позиция *8*). Если «ореол» не проявляется (рисунок 1, позиция *4* и *9*), то выполняют повторное добавление раствора МС согласно п. 3.

Внести в отчёт поглощение метиленового синего C_{MBT} промывочной жидкостью, определенное по формуле:

$$C_{MBT} = \frac{V_{mb}}{V_{df}},$$

где V_{mb} – количество МС, пошедшего на титрование, мл;

V_{df} – количество промывочной жидкости, мл.

Кроме того, адсорбция МС может быть записана как бентонитовый эквивалент (на основе бентонита с катионообменной ёмкостью 70 мл-экв/100 г), $E_{BE,A}$. В кг/м^3 или $E_{BE,B}$, фунт/баррель:

$$E_{BE,A} = \frac{14{,}25 \cdot V_{mb}}{V_{df}};$$

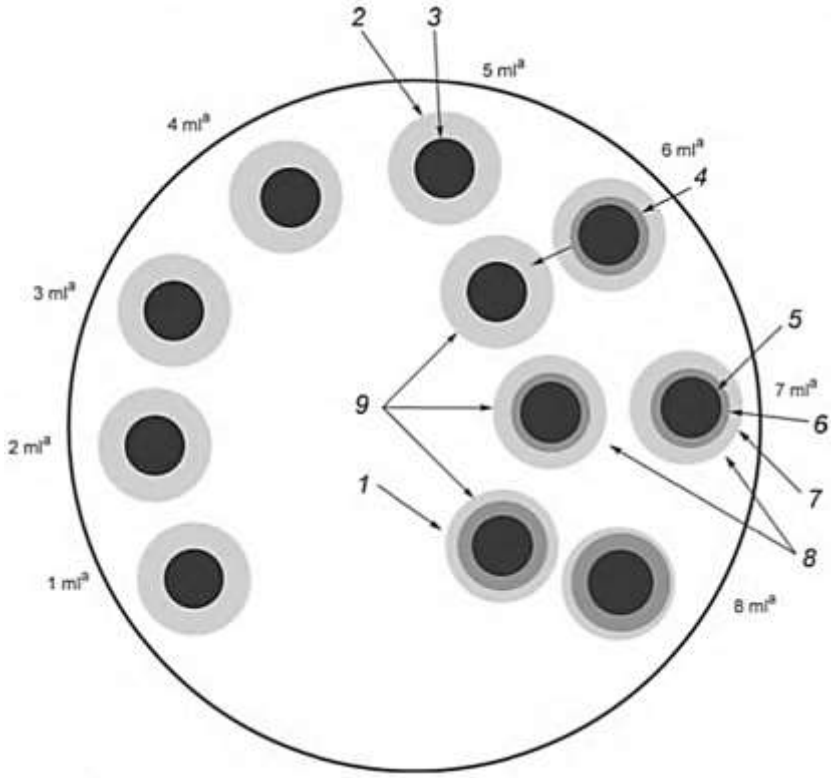
$$E_{BE,B} = \frac{5 \cdot V_{mb}}{V_{df}}.$$

В этой связи любой образец горной породы 3×3 см может быть подвергнут размалыванию с последующим смешением с водой и дальнейшим манипуляциям, описанным выше с целью определения реакционноспособных глинистых пород в составе образца. Это подтверждается на образцах, сформированных из бентонитовых глинопорошков.

Исследование набухаемости глинистых пород.

Известно, что от минерализации воды или растворов на водной основе зависит набухаемость глин. В качестве базового метода определения набухаемости может быть оценка изменения высоты подъёма цилиндрического глинистого образца в стеклянном стакане с сопоставимым диаметром. Таким образом, при минимальном зазоре между глинистым образцом и стаканом происходит постепенное набухание глины и её «подъём» в водной среде (рисунок 2).

С целью повышения контроля процесса набухания предлагается использовать тензометрические весы Mettler Toledo MS303S с дискретностью измерения массы 0,001 г и возможностью взвешивания образца в водной среде. Основными преимуществами является постоянный контроль массы с фотофиксацией образца в воде и отсутствие сопротивления набухаемости в виде цилиндрического стакана. Таким образом, увеличение образца происходит во всех направлениях. Помимо этого, существует возможность отбора воды из стакана тензометрических весов для определения массы глинистого образца с набранной водой или анализа содержания глинистых частиц в водной среде.



1 – выход за пределы конечной точки, *2* – влага,
3 – окрашенные твёрдые частицы глины со связанным красителем,
4 – несвязанный краситель, видимый непосредственно после добавления 6 мл и адсорбированный через 2 мин (конечная точка не достигнута),
5 – окрашенные твёрдые частицы глины, *6* – несвязанный, неадсорбированный краситель,
7 – влага, *8* – конечная точка;
9 – появление пятна после адсорбции в течение дополнительных 2 мин,
а – объём добавленного раствора метиленового синего в мл

Рисунок 1 – Проверка конечной точки титрования метиленовым синим [4]

а

б

а) фото после погружения глинистых образцов, *б)* фото после набухания глинистых образцов

Рисунок 2 – Пример оценки набухаемости глинистых образцов в цилиндрических стаканах в различных водных растворах

В рамках данной работы выполнено исследование по оценке изменения массы и объёма образцов из бентонитовой глины в различных водных растворах. На рисунке 3 представлены фотографии изменения глинистого образца с начальной влажностью около 10 % в низкоминераллизованном водном растворе. Согласно полученным данным выполнена оценка изменения геометрического объёма образца и массы образца в воде (рисунок 4).

а *б* *в*

а) образец в водной среде (начало набухания), *б*) через 1 ч, *в*) через 6 ч

Рисунок 3 – Набухание глинистого образца в низкоминерализованном водном растворе

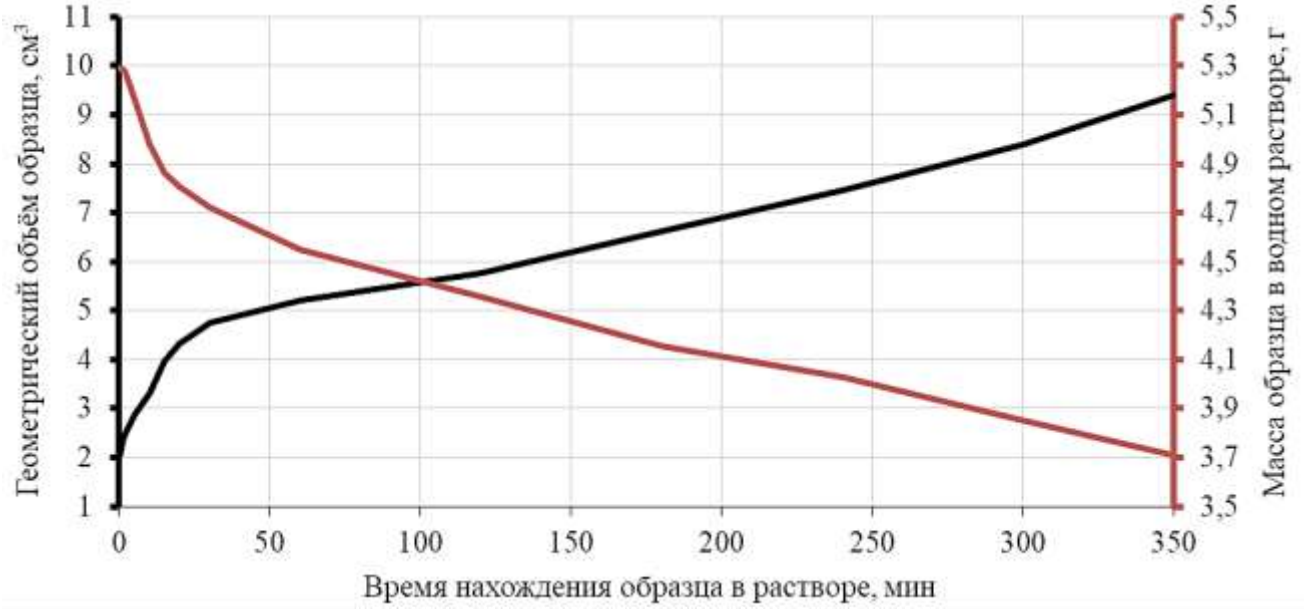


Рисунок 4 – Пример изменения объёма и массы образца в водной среде

Согласно полученной динамике объёма и массы видно, что в течение 30 мин происходит изменение параметров преимущественно за счёт насыщения образца исследуемым водным раствором. Далее процесс немного замедляется: масса образца в водном растворе снижается со средним темпом около 0,18 г/ч; объём образца увеличивается – 0,88 см^3/ч. С увеличением проведения эксперимента увеличивается содержание глинистых частиц, переходящих в водную среду за счёт трения между набухающим образцом и стальной сеткой тензометрических весов, а также незначительного диспергирования (на рисунке 3, *в*) наблюдается наличие глинистых частиц в водном растворе на уровне образца).

При аналогичных условиях массы образцов с влажностью 10 % увеличиваются в 1,8 раза после 1 ч нахождения в дистиллированной воде. Объём глинистого образца с течением данного времени при этом увеличивается 2,5 раза, а масса образца в воде снижается лишь на 13-15 % за счёт действия силы Архимеда.

Выводы.

По предлагаемым в данной работе методам возможно проводить различные экспериментальные исследования, направленные на:

– определение концентрации глины в водной среде после разрушения горной породы или диспергированной глины в статических условиях;

– оценка темпа набухания глинистых образцов (геометрического объёма и массы образца в воде) в зависимости от изменения свойств водной среды, таких как минерализации, кислотности и пр.;

– определение темпа диспергирования (потери массы) глинистых образцов в водных растворах.

Библиографический список:

6. Дахнов, В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1977. – 366 с.

7. Итенберг, С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1987. – 375 с.

8. Латышова, М.Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1991. – 220 с.

9. ГОСТ 33213-2015 (ISO 10414-1:2008) Межгосударственный стандарт. Контроль параметров буровых растворов в промысловых условиях. Часть 1. Растворы на водной основе. Дата введения 2016-04-01.

УДК 622.276

Оптимизация параметров технологии закачки горячей воды в терригенных отложениях нижнего карбона Республики Татарстан

Орехов А. Е.[1], Шайдуллин Л. К.[2]

1 – Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, г. Москва, Россия

2 – Альметьевский государственный технологический университет - Высшая школа нефти, г. Альметьевск, Россия

Одной из важнейших проблем, стоящей перед современными разработчиками, является поиск оптимальных путей разработки трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ). К ним, в частности относятся запасы нефти повышенной и высокой вязкости, сосредоточенные в терригенных отложениях нижнего карбона. Они характеризуются высоким разбросом фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и сложной геологической структурой. Традиционный подход к разработке подобных объектов приводит к быстрому обводнению добываемой продукции и невысокой величине достигаемого КИН. Необходим комплексный подход, сочетающий уплотнение сетки скважин и различных методов увеличения нефтеизвлечения (МУН).

Среди распространенных МУН (помимо гидродинамических), рекомендуемых к применению на месторождениях высоковязких нефтей, выделают две основные группы – физико-химические и тепловые. В первом случае осуществляют закачку реагентов, например ПАВ-полимерное заводнение. В случае тепловых методов в пласт закачивается теплоноситель и передаваемое тепло влияет на вязкость нефти, снижая ее подвижность до величины, сопоставимой с подвижностью пластовой воды. Основными видами теплоносителей выступают перегретый пар или горячая вода. Наилучшими характеристиками обладает пар, но его применение требует решение ряд сложных технологических задач, связанных с подготовкой воды, обустройством скважин, бесперебойным функционированием парогенераторов и снижением сопутствующих потерь тепла по стволу скважины при закачке. Главным экономическим ограничением выступает, как правило, высокая доля энергозатрат на нагрев рабочего агента. В совокупности эти негативные факторы приводят к высоким рискам при внедрении подобных технологий.

Заводнение горячей водой (ЗГВ) сопровождается теми же негативными факторами, но в меньшей степени. Технология может быть малоэффективна если нет доступа к источникам теплой воды. В качестве таких могут выступать горячие стоки с объектов добычи СВН и установок подготовки товарной нефти. Температура воды, по разным оценкам, может достигать до 80 °С, принимая среднее значение 35-55 °С. Т.о. такая воды может быть использована для разогрева пласта, а не просто утилизирована. Необходимо учитывать, что объемы горячей воды будут ограничены технологическими параметрами установок, что накладывает ограничения на объем воздействия на пласт, может занимать длительное время, а также требует проведения серьезных подготовительных работ и предварительных исследований.

Накопленный в мировой и отечественной практике опыт ЗГВ показывает, что может использоваться вода различной температуры, наилучший результат в виде прироста КИН показывает вода, нагретая до максимальной температуры 100 и более градусов, что также повышает общие экономические затраты. Интерес представляют технологии, позволяющие снизить объем вводимого в пласт теплоносителя при сопоставимых конечных результатах. К подобной технологии можно отнести способ импульсного теплового воздействия (ИДТВ), предложенного в 1984 г. Кудиновым В.И. по результатам опытной закачки горячей воды (250 °С) на Гремихинском нефтяном месторождении.

В данной работе будет рассмотрена возможность использования предложенного метода ИДТВ на объектах высоковязкой нефти Республики Татарстан, с учетом геолого-физических характеристик пород-коллекторов и насыщающих их флюидов, при условии, что закачиваемая вода имеет температуру 35 – 55 °С. Для решения этой задачи будет использоваться написанное авторами программное обеспечение.

Одним из ключевых моментов, предложенных автором технологии, является использование понятие «эффективная температура», т.е. средняя температура пласта после закачки горячего рабочего агента. Определяться она должна по кривой зависимости вязкости нефти от ее температуры (рис.1). До недавнего времени эта величина определялась приблизительно, графическим путем. В работе [1] предложен способ определения минимальной эффективной температуры по точке перегиба производной кривой зависимости динамической вязкости нефти от температуры. Для нефтей бобриковских отложений этот показатель составляет 45 °С.

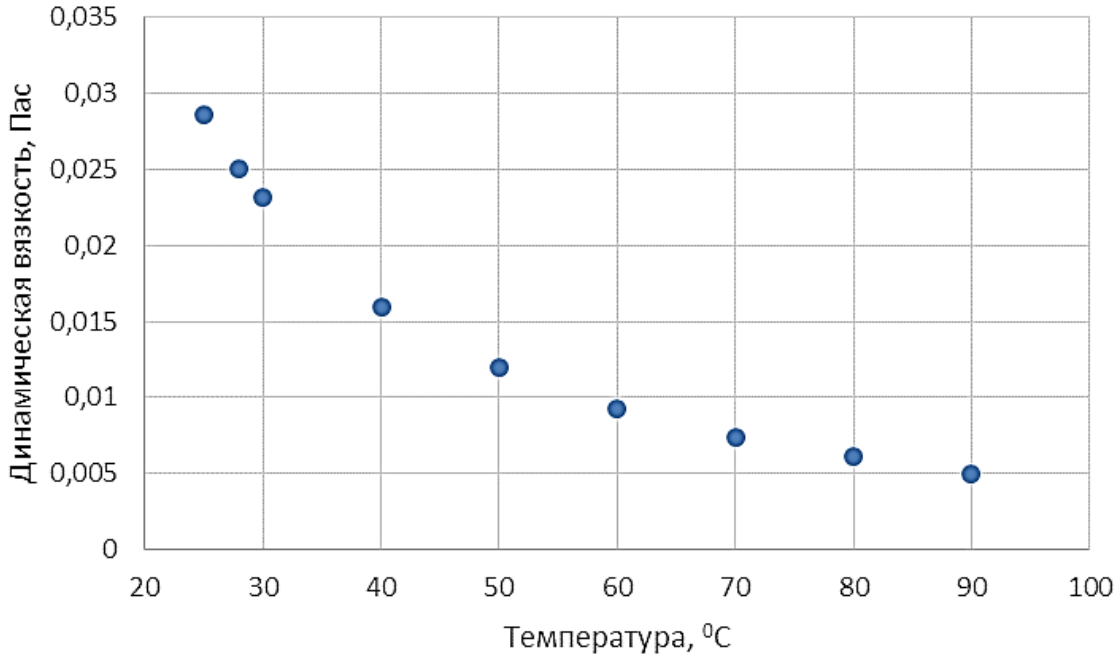


Рисунок 1 – Зависимость вязкости нефти исследуемого объекта от температуры

В работе Кудинова В.И. [2] приводится основное уравнение отношения объемов нагнетаемых теплоносителя и холодной воды:

$$\frac{Q(T)}{Q(X)} = \frac{[V_{\text{пор}}(\frac{\beta M}{m}(T_{\text{эфф}} - T_0) + \alpha\rho_{\text{ж}} i_{\text{ж}}) + \sqrt{\frac{\lambda_0 c_0}{\pi}\frac{2\beta}{mH}}\sqrt{\frac{\alpha V_{\text{пор}}}{q}}(T_{\text{эфф}} - T_0)]}{\alpha V_{\text{пор}}(\rho_T i_T - \rho_x i_x) - V_{\text{пор}}\frac{\beta M}{m}(T_{\text{эфф}} - T_0) + \propto \rho_{\text{ж}} i_{\text{ж}} + \sqrt{\frac{\lambda_0 c_0}{\pi}\frac{2\beta}{mH}}\sqrt{\frac{\alpha V_{\text{пор}}}{q}}(T_{\text{эфф}} - T_0)},$$

где $V_{\text{пор}}$ – объем порового пространства пласта участка разработки, м^3;

m – пористость пласта, д. ед.;

$T_{\text{эфф}}$ – эффективная температура вытеснения нефти, выше которой вязкости нефти изменяется незначительно, 0С;

$\rho_{\text{ж}}, \rho_{\text{т}}, \rho_{\text{х}}$ – плотность, соответственно, добываемой жидкости, теплоносителя и холодной воды, кг/м^3;

$i_{\text{ж}}, i_{\text{т}}, i_{\text{х}}$ – теплосодержание, соответственно, добываемой жидкости, теплоносителя и холодной воды, кДж/кг;

M – объемная теплоемкость пласта с насыщающими его жидкостями, кДж/(м^3 · 0С);

λ_0 – коэффициент теплопроводности окружающих пород, кДж/(м · ч · 0С);

c_0 – объемная теплоемкость окружающих пород, кДж/(м^3 · 0С);

H – толщина пласта, м;

q – темп нагнетания агента в пласт, м^3/ч;

α – коэффициент, характеризующий объем суммарной закачки в пласт вытесняющих агентов;

β – коэффициент, характеризующий долю прогреваемой части пласта (значение β = 1 соответствует прогреву всего объема пласта).

Расчет проводится для пятиточечного элемента разработки, расстояние между забоями добывающих скважин составляет 250 м. ФЕС и теплофизические свойства флюидов, горной породы приведены в табл.1. По этим данным проведена серия расчетов.

Согласно данным приведенным в табл. объем пор участка составляет 105000 м3. Теплоёмкость пласта с насыщающими его флюидами определяется по следующей формуле:

$$M = (1 - m)\rho_{\text{ск}} c_{\text{ск}} + m\rho_{\text{ж}} c_{\text{ж}}$$

Для ускорения расчетов была написана программа для ЭВМ, позволяющая определить допустимое отношение объемов холодного и горячего теплоносителя, оценивать чувствительность к изменению коэффициентов α и β, а также строить зависимости объемных отношений импульсов теплоносителя и холодной воды для разных значений коэффициента α и температурах теплоносителя. Интерфейс программы и результат расчета приведены на рис. 2, 3.

В программе пользователем задаются исходные данные. Каждый параметр задается соответственно против его символьного обозначения с описанием в поле ввода. Для расчета отношения объемов холодного и горячего теплоносителя используется кнопка “Расчет”. Рассчитанное значение выводится в нижней части программы.

Для оценки чувствительности проводится расчет с заданным интервалом и шагом изменения коэффициента α, используется кнопка “График”. Результат расчета выводится в виде графика.

В результате проведенных вычислений установлено что для заданных параметров и эффективной температуры, равной 45 С, оптимальным соотношением импульсов горячей и холодной воды будет величина 1,15 д.ед. Оценка чувствительности к изменению параметра, характеризующего суммарный объем закачиваемых вытесняющих агентов, показывает что при заданных условиях наиболее оптимальный вариант наблюдается при величине α равном 2,5 и β = 1.

Подводя итог проведенной работы, можно сделать следующие выводы:

1. Для заданных условий залегания нефти повышенной вязкости в условиях терригенных отложений нижнего карбона Республики Татарстан получено соотношение закачиваемых объемов теплоносителя и холодной воды, равное 1,15 д.ед.

2. Определена чувствительность к изменению объёма прокачиваемой жидкости (кратное поровому объему участка). Наиболее оптимальной величиной будет соотношение равное 1,15 д.ед. при α равном 2,5

3. Метод ИДТВ непосредственно является перспективным методом воздействия на пласт, однако имеет ряд недостатков: так как в расчетах используется идеальный пласт, для уточнения полученных данных на реальных объектах, необходимо использовать такой инструмент как гидродинамическое моделировании, и ряд преимуществ: использование импульсной закачки теплоносителя и холодной воды приносит экономическую выгоду на меньших тратах энергии для нагрева теплоносителя, в отличии от классической подхода, заключающегося в непрерывной закачке горячей воды или пара.

Таблица 1 – Расчетные данные

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Описание	Значение в СИ
1	m	д.ед.	Пористость пласта	0,24
2	λ_0	кДж/(м · ч · °С)	Коэффициент теплопроводности окружающих пород	9000
3	c_0	кДж/(м^3 · °С)	Объемная теплоемкость окружающих пород	1000000
4	$\rho_х$	кг/м^3	Плотность холодной воды	1000
5	$T_{эфф}$	$°C$	Эффективная температура нагрева пласта	45
6	$i_х$	кДж/кг	Энтальпия холодной воды	20000
7	$i_ж$	кДж/кг	Энтальпия пластовой нефти	43700
8	T_0	$°C$	Начальная температура пласта	25
9	$i_т$	кДж/кг	Энтальпия теплоносителя	2124240
10	$\rho_ж$	кг/м^3	Плотность пластовой нефти	834
11	$\rho_т$	кг/м^3	Плотность теплоносителя	1000
12	$c_{ск}$	кДж/(кг · °С)	Теплоемкость скелета пласта	1000
13	$\rho_{ск}$	кг/м^3	Плотность скелета пласта	2400
14	$c_ж$	кДж/(кг · °С)	Удельная теплоемкость	1500
15	β	д.ед.	Коэффициент, характеризующий долю прогреваемой части пласта	1,0
16	α	д.ед.	Коэффициент, характеризующий объем суммарной закачки в пласт вытесняющих агентов	2,5
17	M	кДж/(м^3 · °С)	Теплоемкость пласта с насыщающими его жидкостями	2124240
18	q	м^3/ч	Темп нагнетания агента в пласт	60,00
19	H	м	Толщина пласта	7,00
20	$V_{пор}$	м^3	Объем порового пространства пласта участка разработки	105000

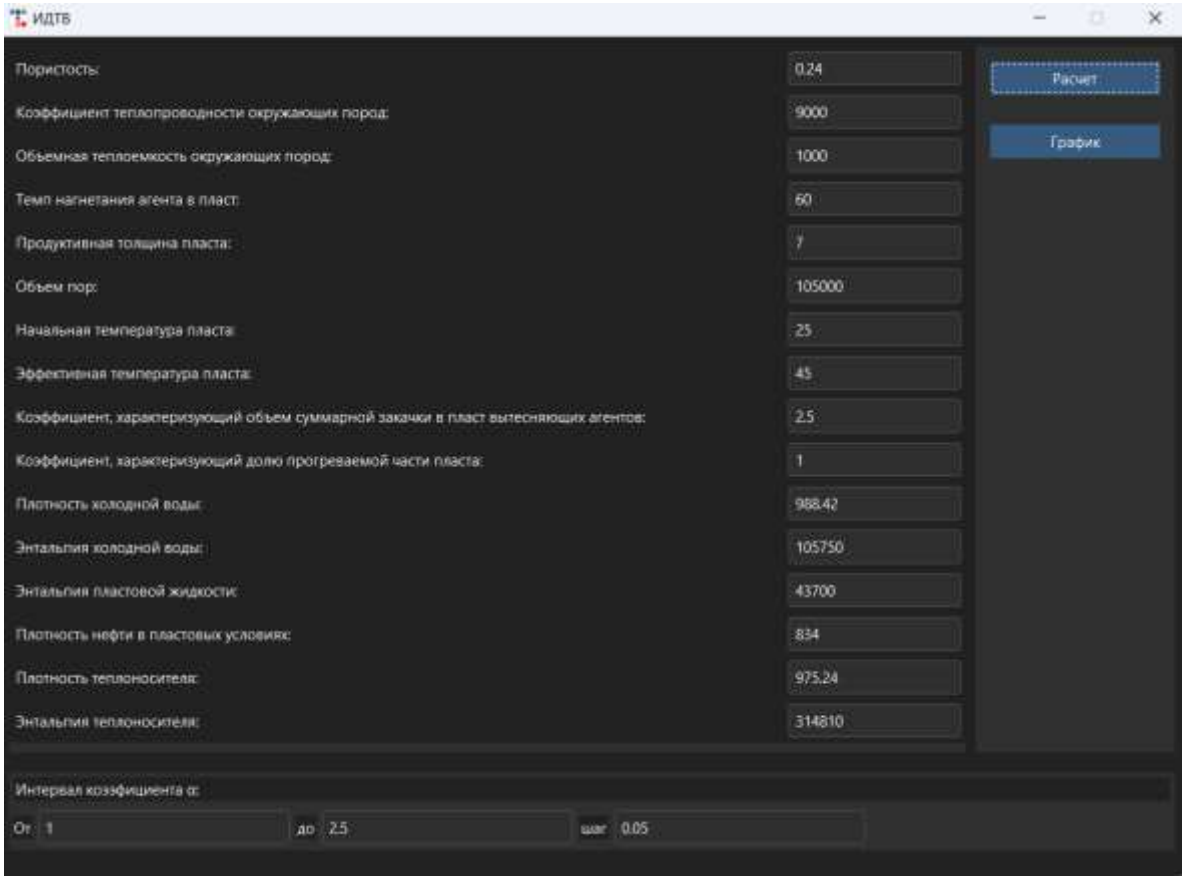


Рисунок 2 – Используемый интерфейс программы для расчетов

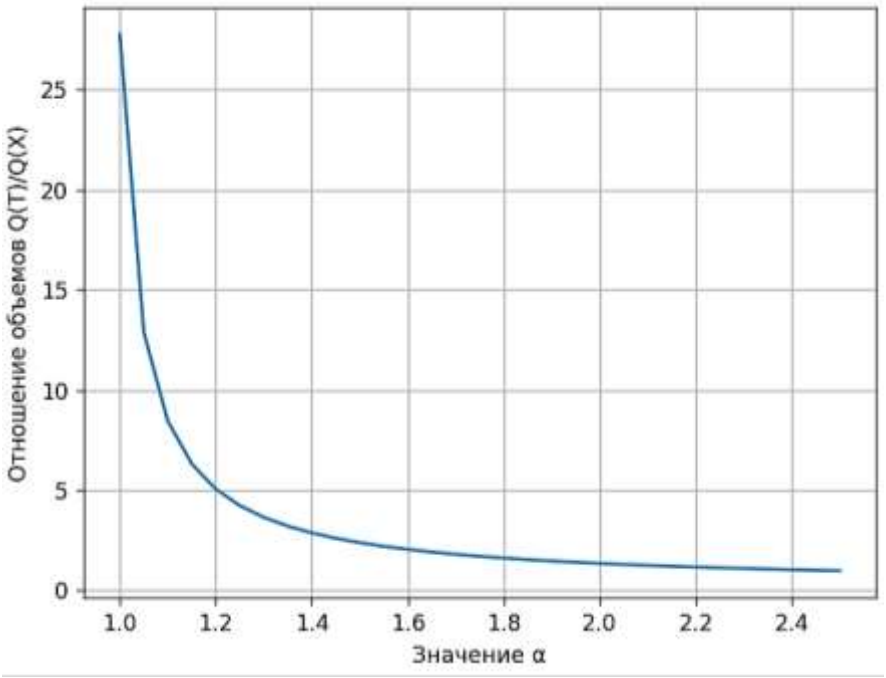


Рисунок 3 – Вывод результатов оценки чувствительности к изменению параметра α

Библиографический список:

1. Орехова Л.Г. Повышение эффективности разработки залежей высоковязкой нефти заводнением горячей водой на примере Ново-Елховского нефтяного месторождения // Нефтяная провинция. - 2022. - № 4(32). - С. 196-207. DOI:10.25689/NP.2022.4.196-207.

2. Кудинов В.И. Совершенствование тепловых методов разработки месторождений высоковязких нефтей. – М. : «Нефть и газ», 1996. - 284 с.

УДК 622.276

Опыт применения цифровых инструментов и интеллектуальных решений при разработке месторождения высоковязкой нефти методом SAGD

Савельев А. В.
ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», г. Ухта, Россия

Месторождение N – уникальный актив ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». По геологическим запасам высоковязкой нефти месторождение классифицируется как крупное. По состоянию на 01.01.2025 в разработку вовлечено 46 % от общего числа запасов.

Месторождение разрабатывается согласно дополнению к технологическому проекту разработки от 2021 года.

Основной объект разработки – D2st, старооскольские отложения среднего девона. Коллектор представляет собой терригенный песчаник. Глубина залегания продуктивного пласта составляет от 180 до 220 м.

Ключевой особенностью добываемого флюида является его сверхвысокая вязкость – более 12000 мПа×с. При средней пластовой температуре 7 °С нефть находится в битуминозном, не текучем состоянии.

С 2013 года в рамках опытно-промышленного участка № 5 на месторождении N реализуется технология термогравитационного дренирования пласта в системе горизонтальных скважин (SAGD).

Реализация технологии SAGD заключается в проводке пары горизонтальных скважин – нагнетательной в верхней части продуктивного пласта и добывающей у его подошвы. Следующим после бурения шагом является предварительный прогрев коллектора, устанавливающий первичную гидродинамическую связь между парами скважин. Через, в среднем, 12 недель или 3 месяца комплексного воздействия – прокачки и закачки теплоносителя как в добывающую, так и нагнетательную скважины, на эксплуатационном блоке начинается добыча: под действием тепловых процессов разогревается сверхвязкая нефть, которая приобретает текучесть, и под действием силы тяжести стекает к горизонтальному участку добывающей скважины.

По состоянию на 01.01.2025 на месторождении N в эксплуатации находится 23 блока скважин. Всю разработку актива можно условно разделить на 3 периода:

1. Период активного разбуривания месторождения и наращивания объемов добычи: с 2013 по 4 квартал 2020 года.

2. В 2021 году развитие актива было приостановлено в связи с отменой льгот по НДПИ и экспортной пошлине на добычу сверхвязкой нефти. В этот же период зафиксирован пик по добыче нефти действующим фондом.

3. С начала 2022 года на месторождении N отмечается падение уровня добычи нефти на фоне локальной выработки активных участков разработки, а также с учетом отсутствия бурения новых скважин.

На сегодняшний день текущая добыча актива составляет 71 % от пиковой и продолжает снижаться. Ключевая причина снижения отборов заключается в неравномерном разогреве продуктивного пласта ввиду сложного геологического строения залежи. Следствием такого неравномерного разогрева коллектора является перегрев отдельных его участков, что, в свою очередь, приводит к росту температуры жидкости, поступающей на прием глубинно-насосного оборудования (ГНО), до критических значений (свыше 150 °С). Вынужденное ограничение отборов на перегретом фонде скважин приводит к неравномерной выработке запасов эксплуатационных блоков, что в лучшем случае перетекает в увеличения сроков разработки актива, а в худшем – в недостижение проектного коэффициента извлечения нефти.

Помимо снижения добычи, высокая температура добываемой жидкости создает дополнительные риски для эксплуатации как скважинного ГНО, так и элементов наземной инфраструктуры.

В 2022 году на базе Центральной инженерно-технологической службы ТПП «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз» сформирована Группа оптимизации добычи (ГОД) как часть центра компетенций, основной задачей которого является поиск решений, направленных на сокращение операционных и инвестиционных затрат предприятия. В основе подхода к поиску таких решений, специалистами ГОД используется широкий набор цифровых инструментов:

1. Интегрированное и гидродинамическое моделирование;
2. Интегрированное планирование;
3. Средства автоматизации, в том числе для выполнения рутинных операций.

Работа с проблематикой уникального актива предприятия дала возможность продемонстрировать преимущества интеллектуального подхода как к разработке нетрадиционных месторождений, так и к процессу нефтегазодобычи в целом. О самых знаковых проектах, реализованных в период 2023-2024 гг. и пойдёт речь в данной статье.

Возвращаясь к текущему состоянию разработки месторождения N, воспользуемся ретроспективным анализом, чтобы точно обозначить ключевую проблему. С целью поддержания уровня добычи месторождения, в 2022 году была сформирована комплексная программа мероприятий, направленная как на расширение инструментов мониторинга распространения тепловых процессов (внедрение оптико-волоконных систем – ОВС), так и на выравнивание температурного профиля путем оптимизации методов доставки теплоносителя в продуктивный пласт. Однако, реализация мероприятий, предусмотренных данной программой, позволила лишь на время стабилизовать добычу и отсрочить дальнейшее ограничение отборов. Все полученные показания ОВС демонстрировали схожую картину: перегрев носочной зоны добывающей скважины (вплоть до 200 °С), а также постепенную миграцию температурного фонда ближе к пяточной зоне. При этом расчёт остаточной нефтенасыщенности, выполненный на геолого-гидродинамической модели (ГГДМ) свидетельствовал о наличии невыработанных запасов в зоне «пятки» перегретых скважин, что исключает версию с исчерпанием запасов и подчеркивает проблему опережающего развития паровой камеры.

Резюмируя краткий анализ, конечной формулировкой ключей проблемы разработки месторождения N является опережающее развитие паровой камеры относительно степени выработки запасов.

Определив проблему, рассмотрим возможные варианты борьбы с перегревом продуктивного пласта. Раннее на месторождении было опробовано захолаживание коллектора как через контрольно-наблюдательный фонд, так и через нагнетательный. В обоих случаях отмечается снижение температуры отбираемой жидкости на добывающем фонде блоков окружения, однако, данный эффект носит временный характер. Кумулятивный эффект от нагнетания большого объема воды в продуктивный пласт, вмещающий битуминозный флюид, в конечном итоге приведет к охлаждению его отдельных участков (непрогнозируемых ввиду отсутствия инструментов контроля за профилем приемистости закачиваемой воды). В конечном итоге, для повторного вовлечения охлажденных зон продуктивного пласта может потребоваться организация дополнительного прогрева как добывающей скважины, так и её нагнетательной пары. Дополнительным негативным фактором является неминуемый рост обводненности, сопряженный с нагнетанием в пласт воды.

Один из способов решения потенциального вышеописанной проблемы, предложенный специалистами ТПП «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз», заключается в механической изоляции перегретого участка добывающей скважины путём установки пакера, выдерживающего температуры свыше 200 °С. Отсекая выработанные перегретые участки скважины, предполагается увеличение депрессии на менее разогретых участках, ближе к пяточной зоне. Для осуществления опытно-промышленных испытаний (ОПИ) предлагаемой технологии подобраны 3 малодебитные скважины, на ГГДМ рассчитана дополнительная добыча (0,42% от годовой добычи актива). Геологический разрез, а также разрез остаточной нефтенасыщенности по одной из скважин-кандидатов приведен на рисунке 1.

К плюсам предлагаемого метода можно отнести короткие сроки реализации и оценки результата, а также относительную дешевизну. Однако, также необходимо учесть вероятность движения пара по заколонному пространству скважины и невозможность демонтажа пакера.

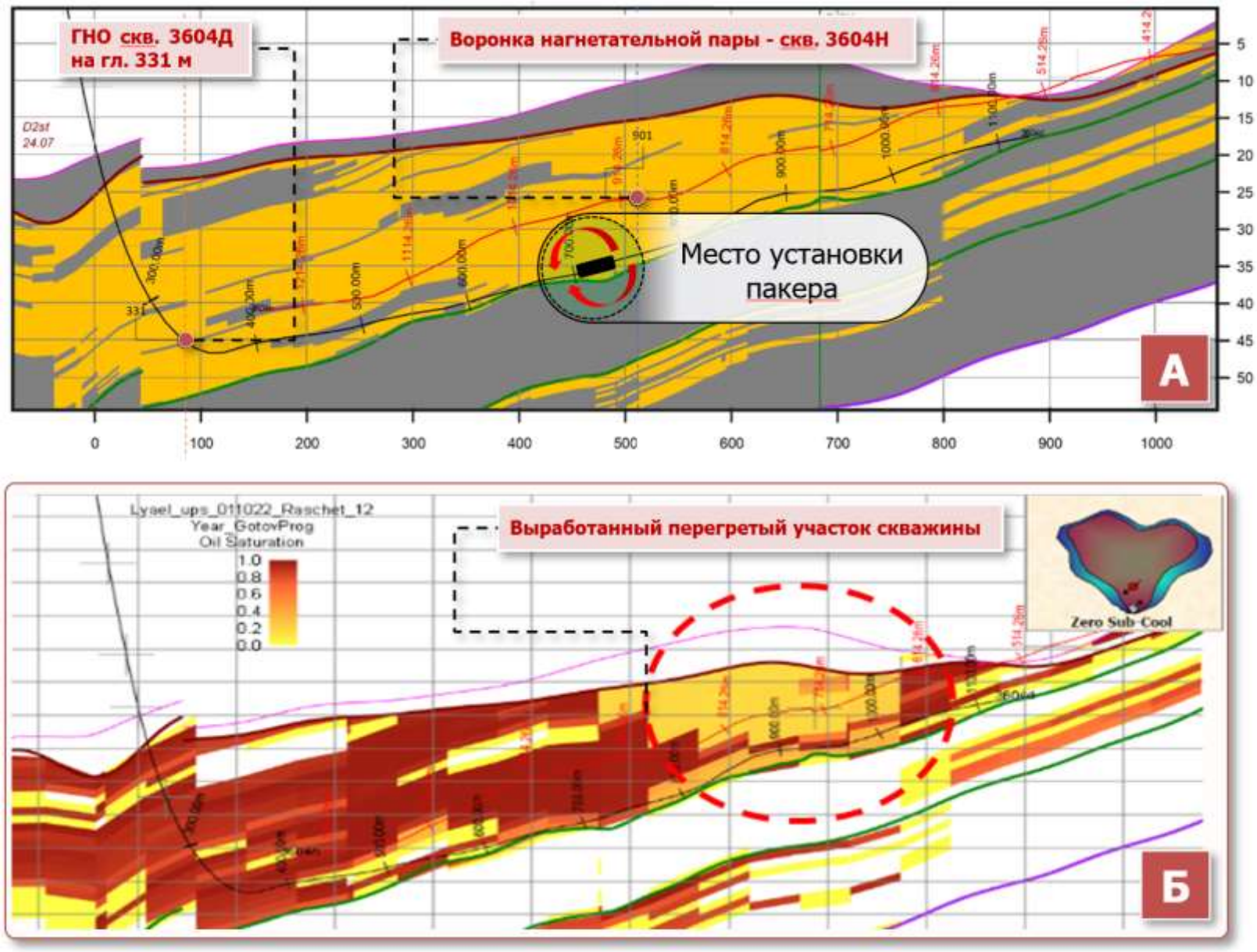


Рисунок 1 – Геологический разрез (А) и разрез остаточной нефтенасыщенности (Б) по скв. 3604Д.

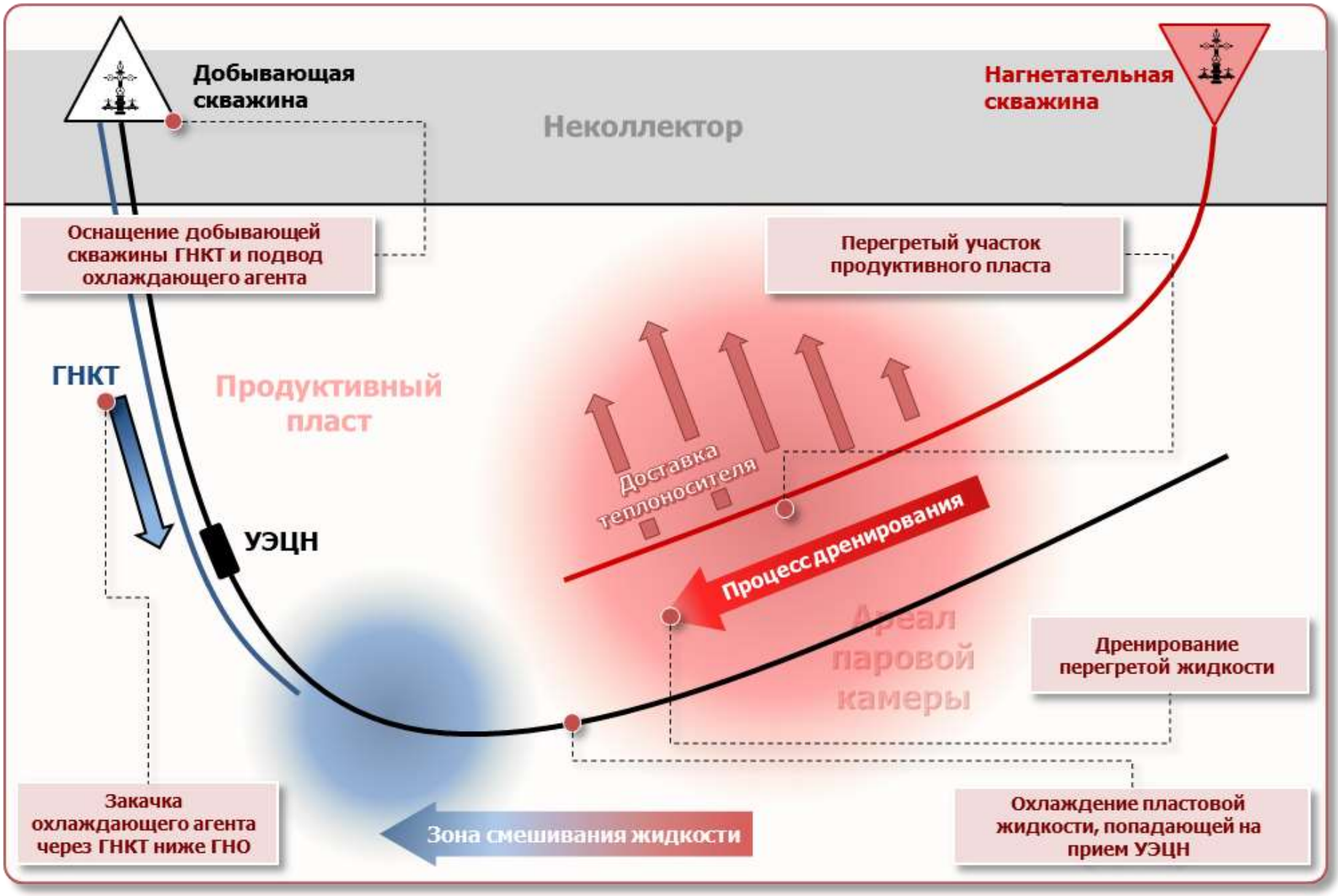


Рисунок 2 – Концептуальная схема подачи охлаждающего агента в добывающую скважину

Проведение ОПИ предлагаемых мероприятий запланировано на 2 квартал 2025 года.

Ещё один вариант борьбы с температурным фактором, уже прошедший первый этап ОПИ, заключается в подаче охлаждающего агента в добывающую скважину ниже глубины спуска ГНО. Рассмотрим данный вариант более подробно. Графически концепция изложена на рисунке 2.

Как было отмечено раннее, основной «вклад» в температуру жидкости на приеме электроцентробежного насоса (ЭЦН) вносит наиболее перегретый участок добывающей скважины – как правило, носок, за счёт явления теплопереноса.

ЭЦН, в свою очередь, имеет ряд ограничений относительно параметров работы, предусмотренных паспортом. Оборудование, применяемое на месторождении N, выполнено в термостойком исполнении и имеет ограничении в 150 °С по температуре погружного электродвигателя (ПЭД). При достижении данной температуры ПЭД, станция управления принудительно отключает ЭЦН.

Средняя температура ПЭД на эксплуатационном фонде месторождения составляет 140 °С, а если рассматривать перегретый фонд (40 % от всех добывающих скважин), то 149 °С.

Подачу охлаждающего агента (воды) в добывающую скважину ниже глубины спуска ГНО предполагается осуществлять с помощью гибкой насосно-компрессорной трубы (ГНКТ). В зону, на 100 м ниже глубины спуска ГНО, осуществляется нагнетание воды в минимальном объеме, необходимом для обеспечения оптимальной итоговой температуры смеси на входе в ЭЦН.

Подача воды в такую зону обусловлена двумя факторами:

1. Исключение негативного влияния на ГНО, учитывая разницу рабочей температуры ПЭД и температуры охлаждающего агента;
2. Исключение негативного влияния на внутрипластовые процессы за счёт локализации зоны подачи воды и небольшого объема закачки.

Таким образом, снизив температуру дренируемой жидкости, поступающей на приеме ЭЦН, возможно дальнейшее увеличение отборов на раннее ограниченном фонде.

Специалистами ГОД разработана программа ОПИ, утвержденная в июне 2024 года. В рамках данной программы произведен гидравлический расчёт системы подачи воды к устью скважины с использованием интегрированной модели в первой конфигурации. Первый этап ОПИ завершился в ноябре 2024 года на скважине 3506Д.

Несмотря на снижение приемистости ГНКТ в ходе проведения ОПИ, на начальном этапе при подаче воды в скважину 3506Д зафиксировано увеличение отборов жидкости со на 42 % и, как следствие, увеличение дебита нефти на 32 % на фоне снижения температуры ПЭД. При пролонгировании эффекта снижения температуры жидкости на приеме ЭЦН, дополнительная добыча нефти спрогнозирована на уровне 1 % от суммарной годовой добычи актива (на 2024 год) на одну скважину за трёхлетний период.

Для испытаний альтернативного источника воды в качестве агента захолаживания и смены типоразмера ГНКТ запланировано проведение 2 этапа ОПИ в 2025 году.

Помимо концепций, требующих проведения полевых испытаний, специалистами ГОД в 2023 году предложен полностью цифровой продукт, реализация которого обеспечила 3,6 % нефти от общей добычи.

Как было отмечено выше, одним из ключевых аспектов разработки месторождения методом SAGD является контроль за оборудованием, которое непрерывно подвержено воздействию высоких температур. На скважинах, не оборудованных ОВС, единственным способом контроля температуры ЭЦН является включение в его компоновку блока телеметрической системы (ТМС) с набором датчиков. Показания температурного датчика блока ТМС позволяет отслеживать в реальном времени температуру жидкости на входе в ЭЦН, а также температуру ПЭД. В случае роста показаний температуры, инженер по работе с оборудованием принимает решение об изменении режима работы скважины (уменьшении

частоты, увеличение буферного давления и т.д.). Однако, как и ЭЦН, сопровождающие его датчики так же подвергаются воздействию высокой температуры, а значит так же могут выйти из строя. Замена блока ТМС невозможна без извлечения оборудования из скважины, однако, постановка бригады капитального и текущего ремонта требует значительных затрат. Поэтому, как правило, до выхода самого ЭЦН из строя такая скважина эксплуатируется «вслепую», что, по понятным причинам, увеличивает риск поломки оборудования ввиду прогара кабеля, кабельной муфты и т.д.

В 2023 году была предложена и опробована методика расчёта температуры на ЭЦН в специализированном программном продукте (скважинный симулятор), опираясь на показания по скважине, замеряемые с устья. В ходе опробования методики сходимость расчетных и фактических показаний доведена до 2 %. Сам процесс расчёта автоматизирован с помощью языка программирования Python.

По мере актуализации расчёта принимается оперативное решение об изменении режима работы скважин, в том числе об увеличении отборов при наличии температурного запаса. Таким образом, в течение 2024 года по расчётному пулу скважин обеспечено 3,6 % от общей годовой добычи актива. Также стоит отметить увеличение наработки оборудования на отказ на 8 % за тот же период, что свидетельствует в том числе о сокращении операционных затрат на ремонт и уменьшает общее время простоя добывающих скважин.

Аналогичный интеллектуальный подход был использован в рамках разрабатываемой адаптивной системы планирования закачки теплоносителя по активу.

Расчёт на интегрированной модели месторождения показал, что при ограничении закачки по нагнетательному фонду (выход скважин в простой, ограничение ввиду влияния на добывающее окружение), перераспределение ограниченного объема на другой фонд с целью поддержания общей компенсации не приводит к сокращению потерь добычи нефти. Более того, при ограничении объема закачиваемого теплоносителя увеличивается давление на выходе котлового оборудования, что улучшает качество пара (сухость, энтальпию), поступающего на отдаленные эксплуатационные блоки.

Таким образом, благодаря изменению системы планирования достигнута экономия на операционных затратах с учетом прогнозируемого ограничения без перераспределения теплоносителя. Опираясь на среднегодовое значение, экономия теплоносителя прогнозируется на уровне 1% в год, что с учётом дороговизны парогенерации экономит существенные средства.

Подведём итог вышеизложенного:

Результатом деятельности сформированного центра компетенций ТПП «Ухтанефтегаз» только по одному направлению – оптимизации разработки нетрадиционного месторождения, стали 4 успешных производственных кейса, суммарный экономический эффект которых прогнозируется на уровне 8 % от годовых операционных затрат по активу. Все разработанные проекты являются частью Системы непрерывных улучшений, действующей в ПАО «ЛУКОЙЛ» с 2022 года.

При возобновлении развития актива предполагается тиражирование предложенных проектов на вводимые из бурения эксплуатационные блоки.

Полученные результаты наглядно демонстрируют не только рациональность использования цифровых инструментов, в частности, инструментов моделирования технологических процессов нефтегазовой отрасли, но и эффективность мультидисциплинарных команд, чья деятельность оперативно разворачивается на всех этапах производственной цепочки.

УДК 622.24.082.5

Основные направления снижения стоимости буровых работ и капитального ремонта скважин

Тихонов Е. В.[1], Кусова Л. Г.[2]

1 - ООО «БУРСЕРВИС», г. Москва, Россия

2 - ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время финансирование нефтяной и газовой промышленности представляет серьёзную проблему. Поддержание, а в особенности, повышение уровня добычи нефти и газа обусловлено в первую очередь ростом объёмов буровых работ и капитального ремонта скважин. Но развитие бурения и ремонта скважин сдерживается отсутствием финансовых средств. К сожалению, большинство предприятий вопросу увеличения как объёмов бурения, так и объёмов капитального ремонта за счёт новых высокопроизводительных технологий не уделяют должного внимания.

В то же время за рубежом как раз за счёт совершенствования техники и технологии бурения стоимость одного метра проходки снижается. Например, стоимость метра проходки в разведочном бурении [1], начиная с 1982 по 1996 гг., снизилась с 700 усл. ед. до 200 усл. ед., т.е. в 3,5 раза. У нас же стоимость 1 метра в разведочном бурении постоянно возрастает и в настоящее время уже достигла 500 усл. ед. за 1 метр. При этом ссылаются на ряд причин, в т.ч. на отдалённость районов разведки и т.д. За рубежом за счёт бурения скважин малого диаметра используются лёгкие буровые станки, которые перебрасываются на место бурения вертолётом и таким образом достигается значительное снижение затрат.

В целом современные направления снижения затрат на бурение и ремонт скважин следующие [2]:

- бурение скважин малого диаметра (СМД) позволяет снизить стоимость бурения в 1,5-1,6 раза, а в труднодоступных районах в 1,9 раза;
- использование современных долот (с поликристаллическими алмазами, новых шарошечных долот) и новых типов забойных двигателей позволяет увеличить проходку на долото в 1,5-2,0 раза и повысить механическую скорость проходки на 30-40 %;
- применение цементов с высокими адгезионными и изолирующими свойствами и модернизированной технологической оснастки позволит исключить такие дорогостоящие работы, как исправительные ремонтно-изоляционные работы;
- внедрение комплексной технологии заканчивания скважин обеспечивает увеличение производительности скважин в 1,5-2,0 раза, что позволяет значительно снизить затраты на единицу продукции скважины;
- и, наконец, заканчивание скважин с помощью установок с гибкой трубой (бурение боковых горизонтальных стволов, а также большинство видов капитального ремонта скважин) позволит снизить затраты, как минимум, в 2 раза.

Основные направления снижения затрат – бурение скважин малого диаметра и применение установок с гибкой трубой. Следует отметить, что проблемы бурения скважин малого диаметра при обычном способе и бурении с помощью установок с гибкой трубой одни и те же. Это такой же размер долот, такие же требования к промывочным и цементным растворам и др.

Одним из препятствий, тормозящих широкое развитие бурения скважин малого диаметра, является необоснованное мнение о том, что при этом резко снижаются дебиты скважин. Но проведённые исследования и расчёты показывают (таблица 1), что в гранулярных коллекторах (линейная фильтрация Дюпюи) уменьшение диаметра колонны с 168 мм до 89 мм, т.е. почти в 2 раза, приводит к уменьшению дебита только на 8 %. Несколько выше этот показатель в случае трещиноватых коллекторов, что следует учитывать при проектировании бурения.

К числу основных преимуществ бурения скважин малого диаметра следует отнести [3]:

• резко снижается вес обсадных колонн. Так, при переходе с диаметра 168 мм на 89 мм вес колонны уменьшается в 3,6 раза (таблица 2). При этом надо учесть, что 70 % стоимости скважин в Западной Сибири составляют затраты, связанные со стоимостью обсадных колонн;

Таблица 1 – Соотношение дебитов скважин большого и малого диаметров

Параметры	Диаметр эксплуатационной колонны, мм			
	168	**146**	**114**	**89**
Максимальный внутренний диаметр, мм	156	134	102	76
Отношение дебитов (случай линейной фильтрации Дюпюи)	1,0	0,985	0,95	0,92
Отношение дебитов (случай нелинейной фильтрации Шези - Краснопольский)	1,0	0,928	0,82	0,71

Таблица 2 – Изменение основных параметров при различных диаметрах ствола

Параметры		Размеры долот, мм				
		214	**190**	**161**	**118**	**97**
Диаметр эксплуатационной колонны, мм		168	146	114	89	60
Масса эксплуатационной колонны, кг/п.м.		96,7	81,9	54,3	29,0	19,3
Диаметр бурильных труб, мм		127	114,3	88,9	73,0	60,3
Масса 1 погонного метра труб, кг		–	24,7	19,8	15,5	9,9
Предельная нагрузка на бурильные трубы, тонн	при растяжении		149,9	123,2	97,2	62,7
	при кручении		14,0	6,4	5,2	2,8
Отношение объёмов к объёму для 214 мм долота		1,0	0,79	0,567	0,3	0,2
Объём 1 м скважины (выбуренной породы, бурового раствора и т.д.), $м^3 \cdot 10^{-2}$		3,58	2,83	2,03	1,1	0,74

• резко снижается объём выбуренной породы. Так, при переходе с диаметра долота 214 мм на 118 мм объём выбуренной породы уменьшается в 3,2 раза и отсюда также снижаются расходы на очистку бурового раствора, утилизацию и захоронение шлама;

• основные энергетические параметры снижаются в квадратной зависимости. Так, при переходе с 9″ до 4″ параметры снижаются в 4,8 раза, что позволяет увеличить как механическую скорость, так и проходку на долото, реально на 20-30 %;

• на 10-20 % снижается время на спускоподъёмные операции;

• снижение массы оборудования, материалов и труб позволяет снизить транспортные расходы в 2-5 раз;

• ускорение разведочного бурения в труднодоступных районах.

К недостаткам бурения скважин малого диаметра относятся [4]:

• необходимость применения маловязких и малоструктурных растворов при высокой степени их очистки от твёрдой фазы;

• для сохранения удельной нагрузки на единицу диаметра долота (что позволит сохранить механическую скорость) необходимо создать условия для поддержания осевой нагрузки, что не всегда возможно;

• для поддержания одинакового времени контакта долота с забоем необходимо увеличить скорость вращения долота, что ограничивает как возможность забойных двигателей, так и прочность бурильных труб. Так, переход с труб 127 мм (5″) на трубы 73 мм (2 1/8″) предел их прочности на кручение снижается в 2,5 раза, на растяжение – в 1,5 раза;

• несколько снижаются возможности подземного и капитального ремонта скважин.

Если рассматривать проблему в целом, то бурение скважин малого диаметра даёт возможность снизить расходы на бурение одной скважины на 39-40 % (таблица 3).

Необходимые технологические мероприятия для успешного внедрения бурения скважин малого диаметра [5]:

• обязательное применение малоструктурных и маловязких буровых растворов, в то же время обеспечивающих седиментационную устойчивость в состоянии покоя;

• обеспечение необходимой осевой нагрузки на долото малого диаметра;

• увеличение частоты вращения долота пропорционально уменьшению его диаметра;

• разработка долот малого диаметра, стойких к высоким нагрузкам и частотам вращения;

• наличие бурильного инструмента соответствующих диаметров и прочностных характеристик;

• цементные растворы с водоотдачей не более 50 $см^3$/30 мин. (отстой не более 1 мл) при необходимых реологических свойствах и минимальном разбросе плотностей;

• использование для цементирования зоны перфорации цементов с увеличенным пределом прочности на сжатие;

• обеспечение бурения скважин малого диаметра буровыми установками соответствующей мощности, в том числе малогабаритными циркуляционными системами;

• обеспечение цементировочной техникой соответствующей производительности и дающей необходимое качество тампонажных растворов.

Таблица 3 – Сопоставление расходов на бурение традиционной поисково-разведочной скважины и скважины малого диаметра

Показатели	Традиционная скважина	СМД	% экономии
1. Диаметр скважины, мм	158,8	104,8	
2. Глубина скважины, м	2200	2200	
3. Время бурения, сут.	38	38	
4. Проходка, м/сут.	58	58	
5. Стоимость скважины, млн. усл. ед.	11,4	7,8	39,0
в том числе: строительство площадки для бурения	2,97	1,7	44,0
подготовительные работы к бурению	6,83	2,68	61,0
6. Структура стоимости:			
расходы, зависящие от метра бурения, усл. ед.	376,0	88,0	77,0
расходы, зависящие от времени, тыс. усл. ед.	46,7	39,7	15,0

Значительное снижение стоимости буровых работ (в 2 раза и более) достигается бурением скважин малого диаметра установками с гибкой трубой. Виды буровых операций с использованием гибких труб следующие [6]:

• проводка горизонтальных стволов из существующих вертикальных скважин с целью увеличения продуктивности скважин и конечной нефтеотдачи;

• проводка горизонтальных стволов из существующих вертикальных скважин в целях борьбы с образованием конусов воды или газа;

• проводка горизонтальных стволов из существующих вертикальных скважин для изменения схемы дренирования пласта при заводнении с целью изменения характера притока к скважине от радиального к линейному;

• проводка горизонтальных стволов из существующих вертикальных скважин для разведки и оценки коллектора;

• бурение наклонно-направленных стволов из существующих вертикальных скважин для оценки невыработанных запасов углеводородов в неоднородных коллекторах;

• углубление существующих вертикальных скважин;

• увеличение протяжённости существующего горизонтального ствола;

• возобновление бурения в существующих горизонтальных скважинах для изменения положения горизонтальных стволов;

• вертикальное бурение в пределах зон поглощения и ниже;

• бурение разведочных скважин малого диаметра, которые могут быть расширены;

• бурение добывающих скважин малого диаметра;

• бурение в экологически чувствительных районах;

• бурение и вскрытие продуктивного пласта при пониженном гидростатическом давлении в стволе скважины.

Основными факторами, определяющими резкое снижение стоимости буровых работ с использованием гибких труб, являются [7]:

• экономия затрат времени на выполнение спускоподъёмных операций;

• возможность выполнения бурения без создания противодавления на пласт, что позволяет осуществлять добычу нефти и газа с минимальной вероятностью нарушения эксплуатационных качеств продуктивного пласта;

• обеспечение большой компактности и мобильности установок;

• отсутствие потребности в специальных фундаментах;

• минимизированное воздействие на экологию (уменьшены объёмы выносимого на поверхность шлама);

• снижение металлоёмкости процесса бурения;

• уменьшение объёмов бурения и ремонтных работ по сравнению с использованием обычного оборудования;

• снижение площади, необходимой для монтажа оборудования.

Наиболее широко распространено в настоящее время применение установок с гибкой трубой в капитальном ремонте скважин (таблицы 4 и 5).

Таблица 4 – Распределение видов работ по ремонту скважин, выполняемых с гибкой трубой

Виды работ	Доля от общего объёма, %
Обработки призабойной зоны, в т.ч. кислотные	70
Ловильные работы	13
Каротаж и перфорация	7
Исправительное цементирование	5
Бурение	2
Другие	3

Таблица 5 – Снижение стоимости ремонтных работ в скважинах при использовании гибких труб

Виды работ	Снижение стоимости работ
Ремонтно-изоляционные работы	в 2-4 раза
Удаление жидкости с забоя скважины	в 5-6 раз
Ловильные работы	в 4-5 раз
Ликвидация песчаных пробок	в 5-6 раз

Как следует из приведённых данных, использование гибких труб в ремонте скважин высокорентабельно и одним из основных направлений в снижении стоимости капитального ремонта скважин является переход на применение установки с гибкой трубой.

Ниже приведены направления дальнейших исследований и разработок в области бурения скважин малого диаметра и использования установок с гибкой трубой [8]:

1. *Промывка скважин*:

- полимерные растворы, обеспечивающие минимальные потери давления при малых зазорах в кольцевом пространстве при достаточной несущей способности выноса шлама;
- полиалкиленгликолевые реагенты для буровых растворов при бурении скважин малого диаметра обеспечивают антидиспергирующие, ингибирующие и смазочные свойства;
- смазывающие добавки (Спринт-33, ФК-1, ФК-2000 и др.);
- гидравлические программы для выбора оптимального диаметра гибкой трубы, забойного двигателя, производительности насосов и др.;
- технология предупреждения ГНВП при бурении стволов с малыми кольцевыми зазорами;
- комплекс приборов для контроля бурения скважин малого диаметра.

2. *Заканчивание*:

- разработка облегчённой конструкции скважин малого диаметра;
- технология цементирования скважин малого диаметра, включая применение цементов повышенной прочности и подвижности;
- технологическая оснастка для колонн диаметром 114 и 102 мм, включая башмаки, центраторы, обратные клапаны, разъединители, фильтры, устройства для цементирования и др.;

3. *Оборудование*:

- Мобильная малогабаритная циркуляционная система для бурения скважин малого диаметра.

4. *Комплекс инструмента для заканчивания скважин* с использованием гибких труб (посадочный ниппель, гидравлический пакер, срезная пробка, стыковочная муфта и др.).

5. *Комплекс инструмента для проведения ремонтно-восстановительных работ* в скважинах малого диаметра (металлические пластыри, гидравлические домкраты, пакеры и др.).

6. *Комплекс инструмента для процесса бурения* с использованием гибких труб (механизм передачи нагрузки на долото, разъединители и др.).

7. *Комплекс инструмента для проведения ремонтных работ* с помощью гибких труб без глушения скважин (гидравлический и механический яссы, шарнирный отклонитель, гидромеханическая труборезка и др.).

Библиографический список:

1. Коровин И.Ю. Применение скважин малого диаметра для повышения рентабельности добычи остаточных извлекаемых запасов / И.Ю. Коровин, Г.Г. Гилаев, М.Е. Коваль, С.А. Бутузов, С.В. Богаткин, В.Е. Фомичёв // Бурение и нефть. – 2022. – № 11. – С. 24-27.
2. Кутуев Х.М., Бастриков С.Н., Бастриков Д.С. Опыт бурения и перспективы применения скважин малого диаметра // Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки: материалы Международной научно-практической конференции (15 февраля 2021 года, Тюмень). – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 138-145.
3. Мещеряков К.А. Бурение скважин малого диаметра как способ снижения затрат при строительстве эксплуатационных и разведочных скважин / К.А. Мещеряков, В.А. Яценко, С.Е. Ильясов, Г.В. Окромелидзе // Территория НЕФТЕГАЗ. – № 10. – 2013. – С. 26-29.
4. Мещеряков К.А. Результаты строительства первой многозабойной скважины малого диаметра в ПАО «ЛУКОЙЛ» / К.А. Мещеряков, Г.В. Окромелидзе, В.А. Яценко, Ю.В. Фефелов, С.В. Сунцов, Ю.В. Мальков // // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 10. – С. 47-49. DOI: 10.24887/0028-2448-2018-10-47-49
5. Рябоконь С.А., Овечкин А.И. Основные направления снижения издержек при строительстве и ремонте скважины // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 28-32.
6. Рябоконь С.А. Скважины малого диаметра / С.А. Рябоконь, В.И. Бадовская, С.К. Шафраник, А.Ф. Косилов // Интервал. Передовые нефтегазовые технологии. – 2002. – № 8. – С. 51-56.

7. Рябоконь С.А. Бурение скважин малого диаметра – потенциальный резерв для буровых работ / С.А. Рябоконь, А.И. Овечкин, С.К. Шафраник, А.Ф. Косилов // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 20-23.
8. Тахаутдинов Ш.Ф. Скважины малого диаметра: опыт бурения и эксплуатации, перспективы развития / Ш.Ф. Тахаутдинов, Р.С. Хисамов, И.А. Нуриев, А.С. Султанов, А.М. Евдокимов // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 23-25.

УДК 622.276.64

Исследование нефтевытесняющей способности ЦПАВ на насыпных моделях пластов с разными типами нефтей

Жмаев И.А., Гаффанова Р.И., Мингазов Р. Р.
Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

Основная доля мировой добычи нефти в настоящее время приходится на месторождения, пик добычи на которых уже пройден, а запасы классифицируются как трудноизвлекаемые. Для дальнейшей разработки таких месторождений требуется внедрение новых методов увеличения нефтеотдачи и применение новых реагентов. [1]

Одним из таких реагентов являются цвиттерионные ПАВ, основное применение которых в технологии повышения нефтеотдачи пласта заключается в создании эмульсий или гелеобразных составов, которые используются для заделки трещин и пустот в пласте. Эти составы обладают высокой вязкостью и позволяют создать в пласте перфорированные зоны с низкой проницаемостью, что обеспечивает равномерное распределение флюида по пласту.

Другим способом применения цвиттерионных ПАВ является создание водоотталкивающих покрытий на поверхности пор нефтепродуктовых пластов. Это позволяет снизить энергозатраты на перемещение нефтепродуктов в поровой системе пласта и повысить их добычу. Кроме того, цвиттерионные ПАВ обладают нефтевымывающими и нефтевытесняющими свойствами, что показывает их бифункциональность. [2,3]

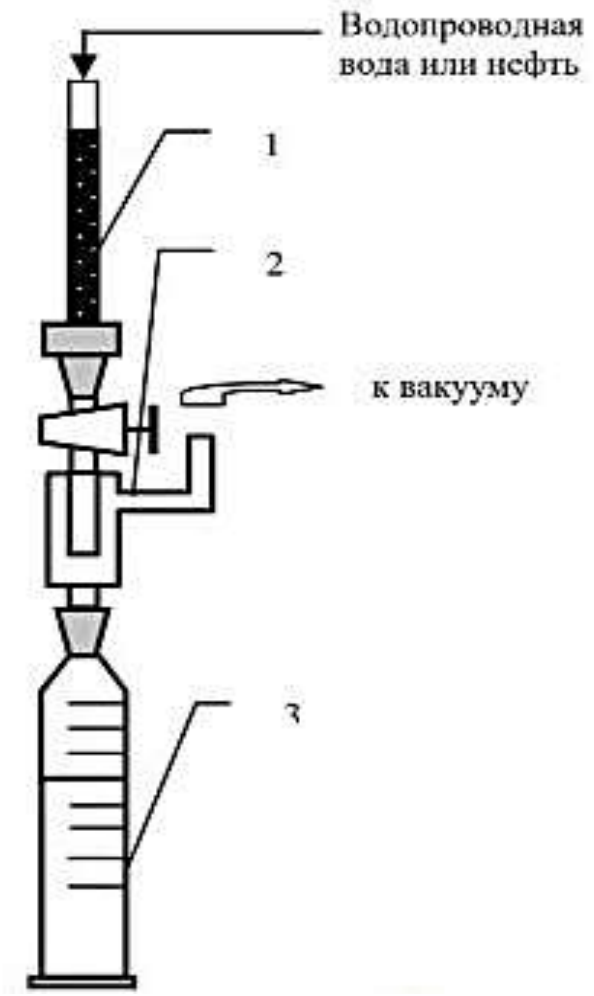
В рамках научно-исследовательской работы проводилась оценка нефтевытесняющей способности цвиттерионного ПАВ на насыпной модели пласта путем определения коэффициента вытеснения нефти (Квыт).

Установка для оценки нефтевытесняющей способности состоит из стеклянной трубки, заполненной кварцевым песком, цилиндров и переходника (рис. 1). Стеклянная трубка длинной 50 см и внутренним диаметром 20 мм заполняется кварцевым песком фракцией 25-50 меш на 45 см, заполнение осуществляется путем постукивания стеклянной трубки по резиновой прокладке. Также на нижнем конце трубки устанавливается металлическая сетка и бумажный фильтр из 1-2 слоев. Далее приготовленная модель пласта соединяется с переходником, который, в свою очередь, присоединяется к цилиндру для отбора жидкости. После этого система подключается к вакууму.

Модель пласта пропитывается заранее приготовленной пластовой водой в объеме 50 мл при включенной системе вакуумирования, после чего рассчитывается поровый объём модели пласта как разница между добавленной и собравшейся в цилиндре водой.

Далее происходит насыщение пласта нефтью путём пропускания через модель 35 мл приготовленной нефти. В результате получается модель пласта с определенной нефте- и водонасыщенностью. Водонасыщенность находится как разница между поровым объемом и вытесненной с помощью нефти водой. Нефтенасыщенность, в свою очередь, находится как разница между добавленной и собравшейся в цилиндре нефтью.

После этого используется вторичный метод увеличения нефтеотдачи пласта путём заводнения модели до максимально возможного вытеснения нефти. Далее вычисляется коэффициент вытеснения нефти после заводнения (Квыт1) как отношение между выделившейся после заводнения нефтью к нефтенасыщенности модели пласта, умноженное на сто процентов.



1 – стеклянная трубка, 2 – стеклянный переходник для подключения системы к вакууму, 3 - приемник

Рисунок 1 – Установка для определения нефтевытесняющей способности

Заключительным этапом проведения опыта является пропускание через пласт оторочки цвиттерионного ПАВ. Объем оторочки берется как половина суммы нефте- и водонасыщенности модели пласта. Оторочка проталкивается в пласт модельной водой и далее пласт пропитывается водой до полного отмыва нефти. Далее рассчитывается коэффициент вытеснения нефти с помощью ЦПАВ-воздействия (Квыт2) как отношение выделившейся после добавления оторочки реагента нефти к нефтенасыщенности пласта, умноженное на сто процентов. [4]

Оценка эффективности ПАВ проводилась как на высоковязких, так и на маловязких нефтях, также были проверены легкие и битуминозные нефти. Плотности и вязкости, исследованных нефтей представлены в таблице 1.

По итогам исследования нефтевытесняющей способности была построена гистограмма коэффициентов вытеснения нефтей при использовании оторочки цвиттерионного ПАВ растительного происхождения. Коэффициенты вытеснения нефти, полученные после заводнения (Квыт1) и ЦПАВ-воздействия (Квыт2) приведены на рисунке 3.

По данным гистограммы можно заметить, что после вторичного нефтевытеснения в пласте остается до 50 % нефти, которую удается практически полностью извлечь при третичном нефтевытеснении путем ПАВ-воздействия. Наилучшего эффекта от закачки оторочки ПАВ удалось достичь на модельном пласте, насыщенном нефтью «Хохряковское 37010», наименьшего эффекта – в случае нефти «Зюзеевское 2392», что объясняется необходимостью повышения рабочей концентрации ПАВ при добычи битуминозных нефтей.

Рисунок 2 – Модель пласта после пропитывания нефтью, заводнения водой и пропускания отторочки ПАВ

Таблица 1 – Плотность и вязкость нефтей

№ п/п	Нефть	ρ, кг/м^3	ν, мм^2/с
1	Геотех 118	926	155,5
2	Геотех 117	1040	1713
3	Троицкнефть 6368	902	61,54
4	Заречное 128	921	105
5	Заречное 52	869	15,75
6	Заречное 80	871	18
7	Хохряковское 37010	845	7,33
8	Хохряковское 38-347	1028	2226
9	Зюзеевское 2392	1052	3398,14
10	Луговое 471	902	64,94

Из рисунков 4-5 следует, что при повышении плотности до 902 кг/м^3 и кинематической вязкости до 64,94 мм^2/с Квыт при ПАВ-воздействии снижается с 47,62% до 36,47%, при последующем увеличении плотности до 926 кг/м^3 и вязкости до 155,5 мм^2/с Квыт вновь возрастает до 46,96%, при дальнейшем повышении плотности до 1052 кг/м^3 и вязкости до 3398,14 мм^2/с Квыт падает до 13,52%. Следовательно, не наблюдается линейная закономерность влияния плотности и вязкости на результаты ПАВ-воздействия, что обусловлено влиянием на Квыт группового состава нефти.

Полученные результаты позволят в перспективе разработать эффективный экологичный реагент на основе сырья растительного происхождения.

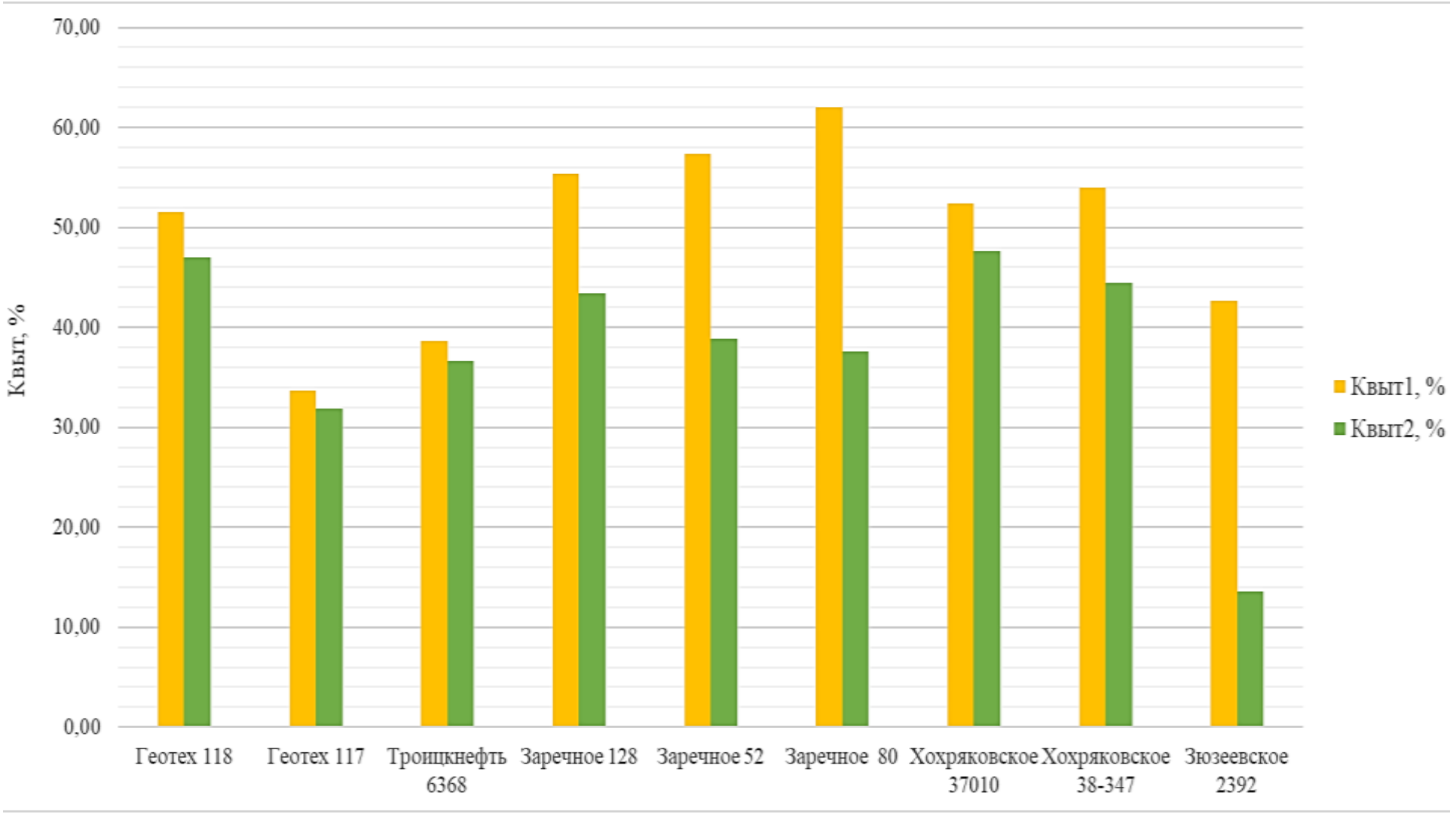


Рисунок 3 – Коэффициенты вытеснения нефтей

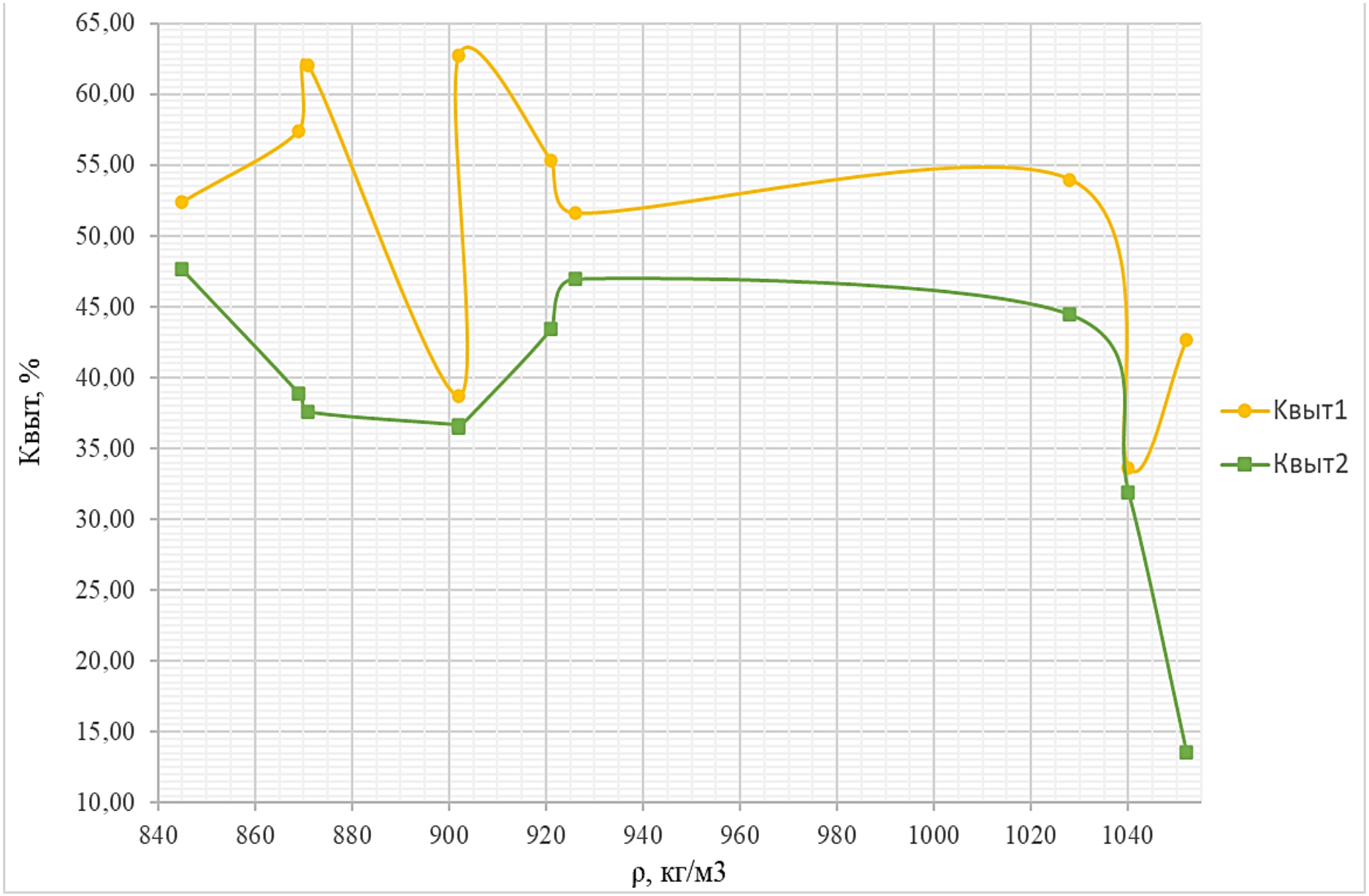
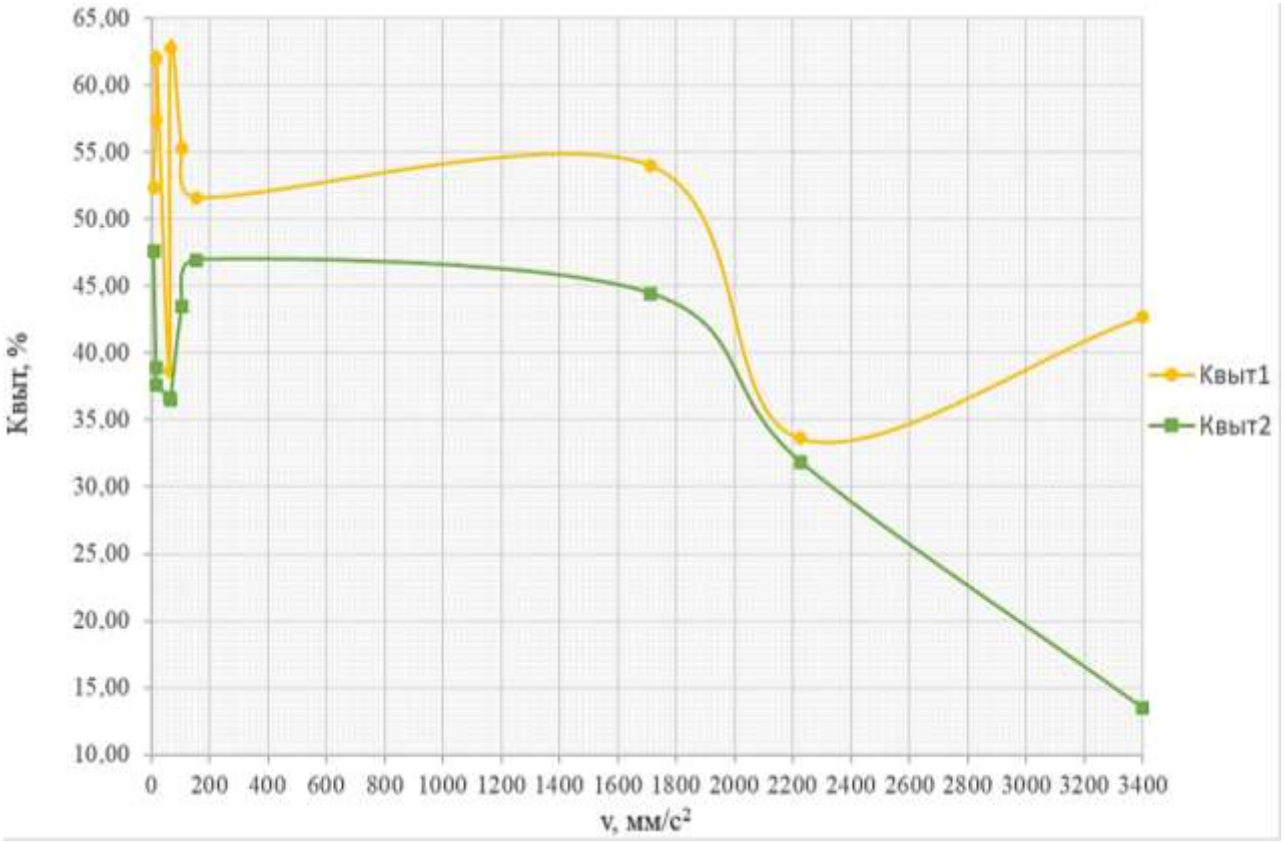
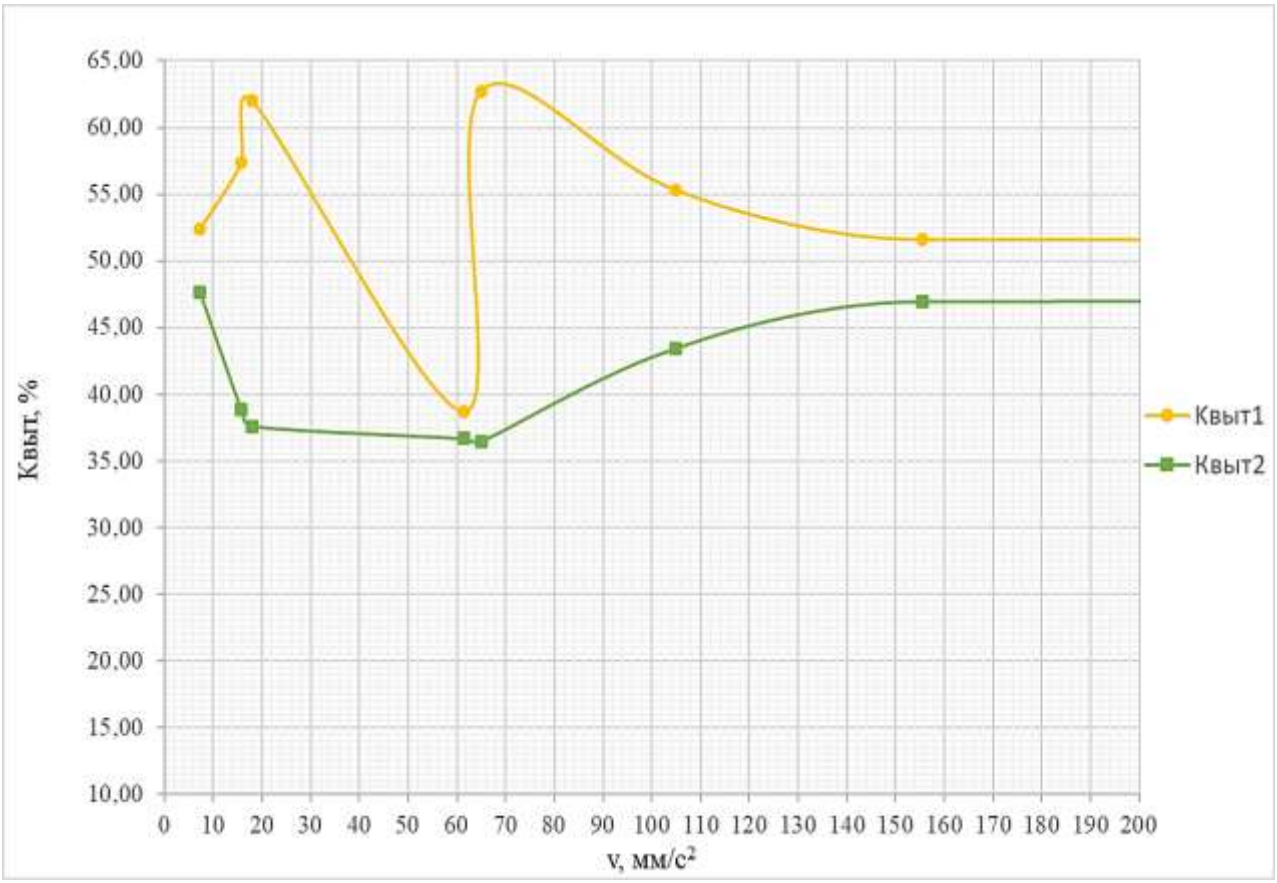


Рисунок 4 – График зависимости Квыт от плотности нефтей



А



Б

А – 7,33÷3400 мм2/с; Б – 7,33÷200 мм2/с

Рисунок 5 – График зависимости Квыт от вязкости нефтей

Влияние плотности и вязкости на Квыт представлено на рисунках 4-5.

Создание новых отечественных реагентов на основе поверхностно-активных веществ, обеспечивающих соответствие физико-химических и эксплуатационных характеристик требованиям международных стандартов, является важной задачей для повышения нефтеотдачи пластов. [5]

Библиографический список:

1. Современные технологии повышения нефтеотдачи пластов на основе поверхностно-активных веществ / Мусина Д. Н., Вагапов Б. Р., Сладовская О. Ю., Ибрагимова Д.А., Иванова И. А.// Вестник технологического университета. – 2016. – №12. – с.63-67. Текст: непосредственный.
2. Повышение нефтеотдачи как способ эффективного использования сырья в нефтегазовом комплексе России / Брагинский О. Б. // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – №29 (380). – [Электронный ресурс]. – https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nefteotdachi-kak-sposob-effektivnogo-ispolzovaniya-syrya-v-neftegazovom-komplekse-rossii (дата обращения: 29.03.2025).
3. Симонов, И. О. Применение ПАВ для увеличения нефтеотдачи / И. О. Симонов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 19 (414). – С. 358-360. – [Электронный ресурс]. – https://moluch.ru/archive/414/91376/ (дата обращения: 02.04.2025).
4. Патент № 2716070 Российская Федерация, МПК C09K 8/584 (2006.01). Состав для повышения извлечения нефти из пластов на основе цвиттер-ионных ПАВ: № 2019103136: заявл. 04.02.2019: опубл. 05.03.2020 / Башкирцева Н. Ю., Куряшов Д. А., Мингазов Р. Р., Идрисов А. Р., Шарипов Р. Р., Нугуманова Н. Ф.; заявитель Шарипов Р. Р. – 7 с.
5. Физико-химические технологии с применением гелей, золей и композиций ПАВ для увеличения нефтеотдачи месторождений на поздней стадии разработки/ Алтунина Л. К., Кувшинов В. А., Кувшинов И. В. // Георесурсы. – 2014. – №4 (59). – [Электронный ресурс]. – https://cyberleninka.ru/article/n/fiziko-himicheskie-tehnologii-s-primeneniem-geley-zoley-i-kompozitsiy-pav-dlya-uvelicheniya-nefteotdachi-mestorozhdeniy-na-pozdney (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 553.982.232

Обзор текущего состояния разработки Сибирского месторождения

Шонус Х. Х.
Научный руководитель - Ксёнз Т. Г.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Сибирское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в эвенкийском районе муниципального района Красноярского края. Месторождение открыто в 1972 году, введено в промышленную эксплуатацию с 2017 года.

Промышленная нефтегазоносность месторождения приурочена к Камовскому району Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Все залежи расположены в пределах карбонатных коллекторов рифейского возраста. Литологический состав коллектора представлен преимущественно доломитами и доломитами песчанистыми с объемной долей более 90 %, оставшуюся часть занимает песчаник, неравномерно рассеянный по породе в виде линз.

На месторождении выявлено 15 залежей, из них 5 нефтяных, 9 нефтегазоконденсатных и 1 газоконденсатная, по типу являются пластовыми, массивными, дизъюнктивно и литологически ограниченные глинистыми толщами. Коллектор относится к типу кавернозно-трещенный. Матрица породы не проницаема, основная доля запасов месторождения находится в кавернах. Месторождение характеризуется наличием разветвленной и неоднородной системой трещин, которая является основными путем для миграции флюида.

Основные геолого-физические свойства пласта-коллектора и насыщаемого его флюида представлены в таблице 1. Нефть по своим свойствам характеризуется как легкая, маловязкая, малопарафинистая, малосернистая. Подошвенная вода по В.А. Сулину – хлоридно-кальциевая, с общей минерализацией 258,3 г/л. Газ газовой шапки преимущественно представлен метаном, с содержанием 79 %, C_{2+} – 13 %, азот и прочие – 8 %, сероводород отсутствует.

Таблица 1. – Геолого-физические характеристики месторождения

Параметры	Ед.изм.	Значение
Средняя глубина залегания кровли (по верт.)	м	2048,8
Тип залежи	-	Массивные по контактам, стратиграфически-дизьюнктивно-экранированные, пластовые
Тип коллектора	-	кавернозно-трещинный
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина	м	45,0
Средняя эффективная газонасыщенная толщина	м	28,6
Средняя эффективная водонасыщенная толщина	м	449,5
Коэффициент пористости	доли ед.	0,012
Проницаемость	мкм^2	0,015
Коэффициент песчанистости	доли ед.	0,7
Расчлененность	ед.	27,4
Начальная пластовая температура	^{o}C	30,0
Начальное пластовое давление	МПа	21,5
Вязкость нефти в пластовых условиях	мПа*с	1,4
Плотность нефти в пластовых условиях	г/см^3	0,69
Плотность нефти в поверхностных условиях	г/см^3	0,82
Объемный коэффициент нефти	доли ед.	1,4
Давление насыщения нефти газом	МПа	21,5
Газосодержание	м^3/т	215,6
Давление начала конденсации	МПа	20,9
Потенциальное содержание стабильного конденсата в газе (C_{5+})	г/м^3	142,0
Вязкость газа в пластовых условиях	мПа·с	0,027
Плотность газа в пластовых условиях	кг/м^3	238,3
Вязкость воды в пластовых условиях	мПа·с	1,220
Плотность воды в поверхностных условиях	г/см^3	1,192

По схожести физико-химических составов и свойств коллектора и флюидов на месторождении выделяют 3 объекта разработки (рисунок 1). В промышленной эксплуатации находятся объекты 1 и 2. Текущая система разработки предусматривает ведение разработки на истощение, разбуривание ведется горизонтальными скважинами по адаптивной системе размещения.

Основные показатели разработки приведены на рисунке 2. В рамках анализа основных параметров разработки по состоянию на 01.01.2024 можно сделать следующие выводы:

- месторождение находится на первой стадии разработки, характеризующейся активным разбуриванием новых скважин; средний прирост нефтяного фонда составляет 48 скважин в год;
- на рисунке 2 (а) с момента ввода месторождения в эксплуатацию наблюдается стабильный рост объемов добычи нефти, газа и воды; пик максимальной добычи не достигнут и ожидается к 2029 году согласно действующей проектной документации;
- на рисунке 2 (б) отмечается рост объемов добычи газа газовой шапки, и как следствие, объемов добычи газового конденсата; доля добываемого конденсата от всей продукции составляет менее 5 %;
- на рисунке 2 (в) можно отметить снижение удельных среднесуточных дебитов нефти и жидкости; текущий удельный среднесуточный дебит нефти составляет 25 % от пикового значения в 2018 году;
- добыча нефти осуществляется с водой средняя обводненность при вводе месторождения в разработку составила 64 %. Обводненность на 01.01.2024 составляет около 70 %.

Характеристика фонда скважин представлена в таблице 2. Всего по состоянию на 01.01.2024 пробурено 386 скважин, из них эксплуатационный нефтяной фонд – 284 ед., в том числе: действующие – 249 ед., бездействующие – 28 ед., в освоении – 7 ед.

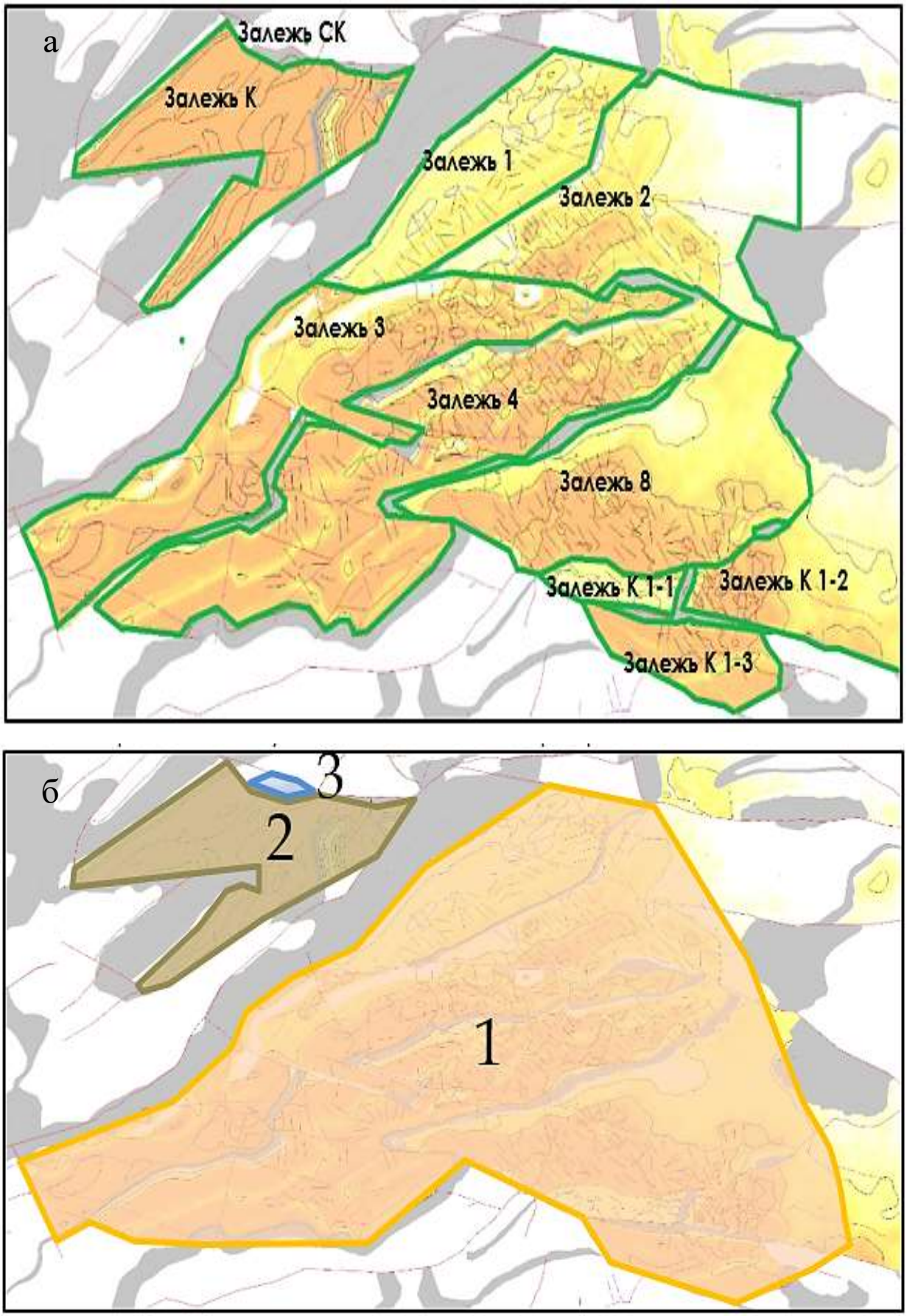
Ввиду отсутствия поддержания пластового давления, на месторождении осуществляется размещение попутных вод и вод для собственных технологических нужд в вышележащие водоносные горизонты. Фонд сбросовых скважин составляет 14 ед.

Добывающий фонд характеризуется разными профилями ствола скважин: с горизонтальным окончанием – 271 скважина, с вертикальным стволом – 13 скважин. Основным способом эксплуатации на месторождении является механизированный, а именно установками УЭЦН – 274 скважины, и фонтанным способом – 10 скважин.

В рамках обзора текущего состояния разработки были проанализированы динамики различных параметров, таких как: среднесуточные, годовые, накопленные отборы нефти, газа, газового конденсата и воды; водонефтяной и газовый фактора; динамика изменения действующего нефтяного фонда скважин.

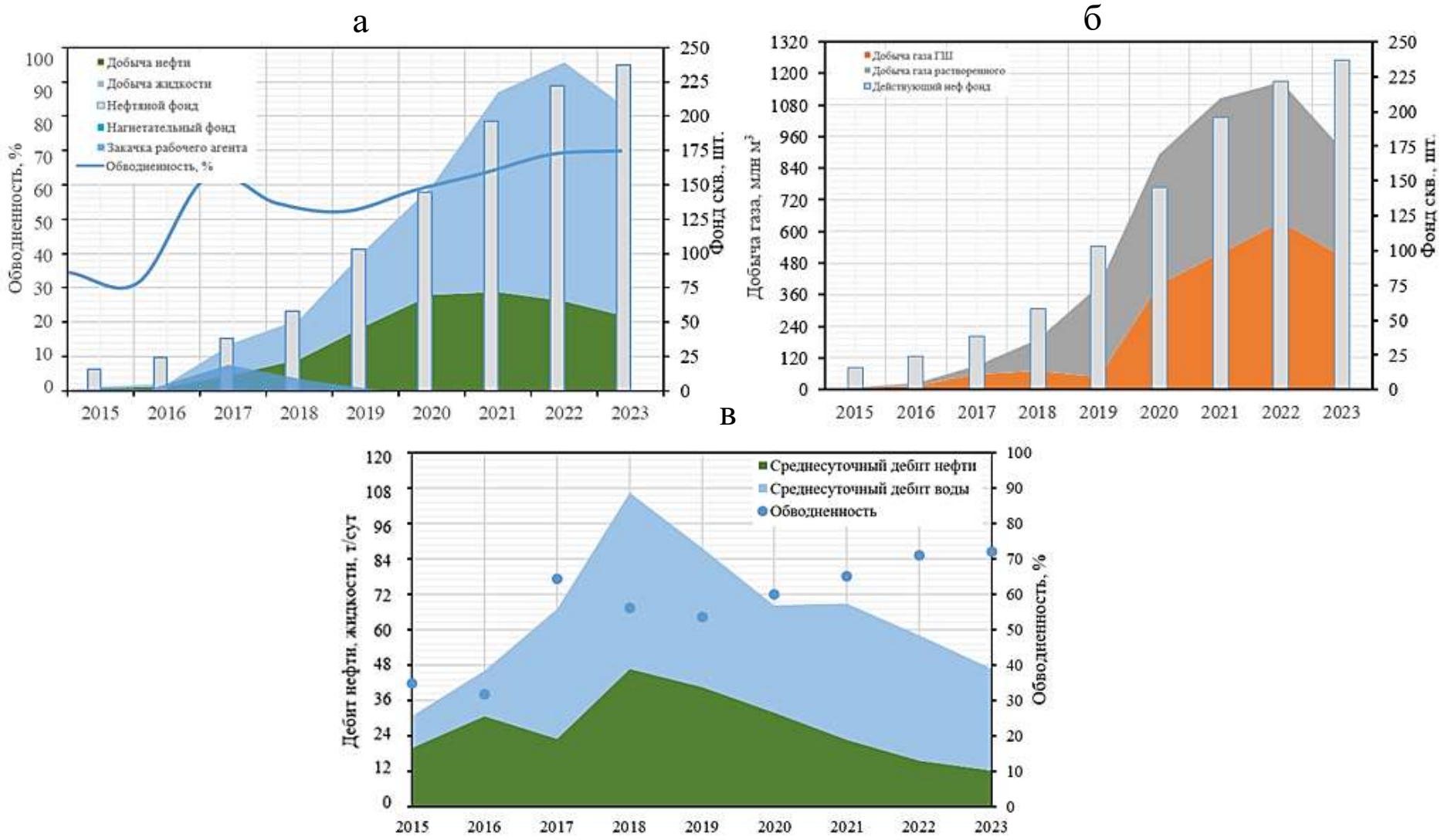
Таблица 2 – Характеристика фонда на 01.01.2024

Фонд	Количество скважин., шт
Всего	386
из них:	-
эксплуатационный нефтяной	284
из них	-
действующие	249
бездействующие	28
в освоении	7
пьезометрические	41
в консервации	13
в ликвидации	34
сбросовые	14



а) с указанием залежей, б) с указанием объектов разработки

Рисунок 1 – Карта эффективных толщин



а) динамика годовой добычи нефти, жидкости, закачки воды и обводненности,
б) динамика годовой добычи газа растворенного, газа газовой шапки и газового конденсата, в) динамика дебита нефти и воды

Рисунок 2 – Показатели разработки месторождения

Результаты анализа представлены на рисунке 3. Тренды показателей отображены в зависимости от накопленной добычи нефти и условно разделены на три группы по выявленным проблемам разработки.

Для 1 группы (рисунок 3, графики 1.а и 1.б) можно наблюдать замедление темпов прироста среднесуточной добычи жидкости с вводом новых скважин, что позволяет сделать вывод о снижении удельных дебитов жидкости и взаимовлиянии скважин.

Разработка месторождения ведется на истощение. В период 2017 – 2019 гг. проводились опытные закачки попутных вод в продуктивные горизонты рифейских отложений. В результате проведения данных работ закачка признана неуспешной, отмечена неэффективность организации системы поддержания пластового давления, а также выявлено негативное воздействие на рост обводненности добывающего фонда.

Следствием отсутствия поддержания пластового давления и компенсации отборов является снижение пластового давления (рисунок 4). Ввиду неравномерности и высокой расчлененности залежей отмечена большая разность между замерами пластового давления на различных участках. На участках ведения бурения отмечаются значения давления на уровне начального 21,5 МПа, в местах ведения разработки – можно увидеть значения менее 10 МПа. Снижение пластового давления негативно влияет на значение удельного дебита жидкости, и является причиной образования техногенных газовых шапок.

По графикам 2 группы (рисунок 3, 2.а и 2.б) отмечается стабилизация среднесуточной добычи нефти при одновременном росте дебита жидкости, что указывает на истощение извлекаемых запасов. На 01.01.2024 более 95 % фонда работает с притоком воды: 65 % фонда характеризуется обводненностью более 50 %. Основным фактором обводнения скважин является наличие разветвленной системы трещин, преимущественно вертикального расположения, что приводит к преждевременным прорывам подошвенных вод. В качестве метода борьбы с данной проблемой применяется регулирование создаваемых депрессий, с целью исключения поднятия конуса воды, а также применение механических компоновок заканчивания скважин для зонального регулирования отборов по длине горизонтального участка.

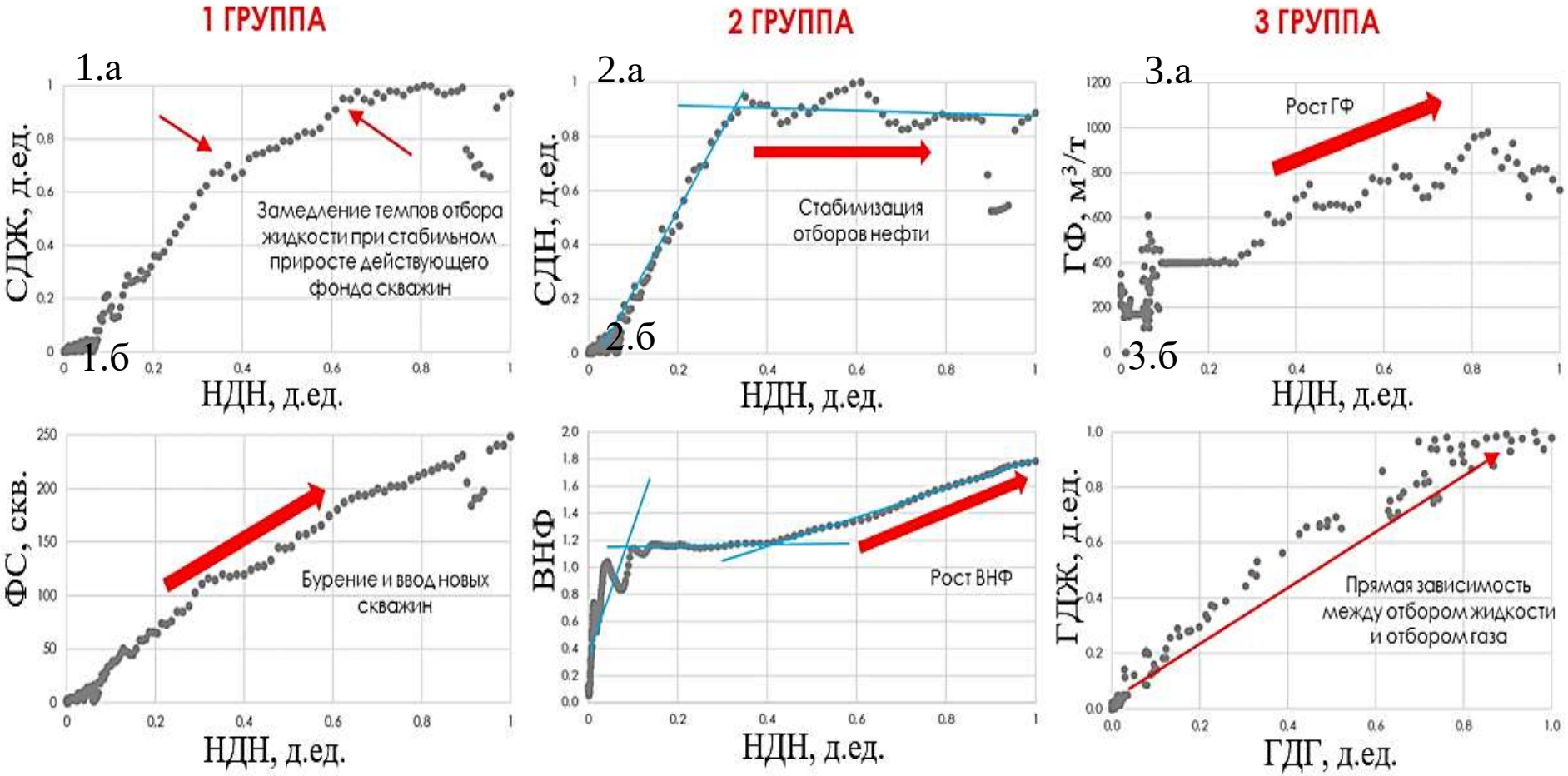
По первым двум группам зависимостей можно сделать общий вывод о снижении удельных дебитов нефти, приходящихся на одну скважину, и указать на то, что основной объем добычи нефти обеспечивается именно разбуриванием новых скважин и вовлечением не дренируемых запасов углеводородов

В 3 группу были выделены скважины, характеристики которых связанны с ростом газового фактора. Половина добываемого газа относится к газу газовой шапки (ГШ). На зависимостях (рисунок 3, 3.а и 3.б) можно увидеть прямую зависимость между годовыми отборами жидкости и годовыми отборами газа, что указывает на возможное поступление газа ГШ в продукцию добывающих скважин.

На рисунке 5 представлена основная информация о проведенных геолого-технологических мероприятиях (ГТМ). За период 2019 – 2024 гг. проведено 177 мероприятий с общим достигнутым эффектом в 0,5 млн т. дополнительной добычи нефти. Основным мероприятием является проведение оптимизации работы скважин без привлечения бригады капитального ремонта скважин, что составляет более половины всех проведенных ГТМ. Самым эффективным мероприятием является бурение боковых стволов, удельный показатель дополнительной добычи нефти составляет 4,9 тыс. т на 1 скважину.

В данной работе приведен краткий обзор текущего состояния разработки Сибирского нефтегазоконденсатного месторождения. Рассмотрены особенности геологического строения и физико-химических свойств коллектора и насыщаемого его флюида. Проведен анализ основных параметров разработки и выявлены текущие проблемы, сдерживающие потенциал разработки месторождения.

Перспективы развития данного месторождения связаны с поиском и внедрением альтернативных методов поддержания пластового давления с целью увеличения удельных дебитов жидкости, а также с расширением применения и увеличения эффективности технологий изоляции обводненных и загазованных интервалов для увеличения периода рентабельной эксплуатации скважин и повышения накопленной добычи нефти.



*показатели СДН, СДЖ, НДН, ГДЖ и ГДГ переведены в безразмерные величины с целью сокрытия конфиденциальной информации
1.а) зависимость среднесуточной добычи жидкости (СДЖ) от накопленной добычи нефти (НДН),
1.б) зависимость количества фонда скважин (ФС) от НДН,
2.а) зависимость среднесуточной добычи нефти (СДН) от НДН, 2.б) зависимость водонефтяного фактора (ВНФ) от НДН,
3.а) зависимость газового фактора (ГФ) от НДН, 3.б) зависимость годовой добычи жидкости (ГДЖ) от годовой добычи газа (ГДГ)

Рисунок 3 – Анализ показателей разработки месторождения

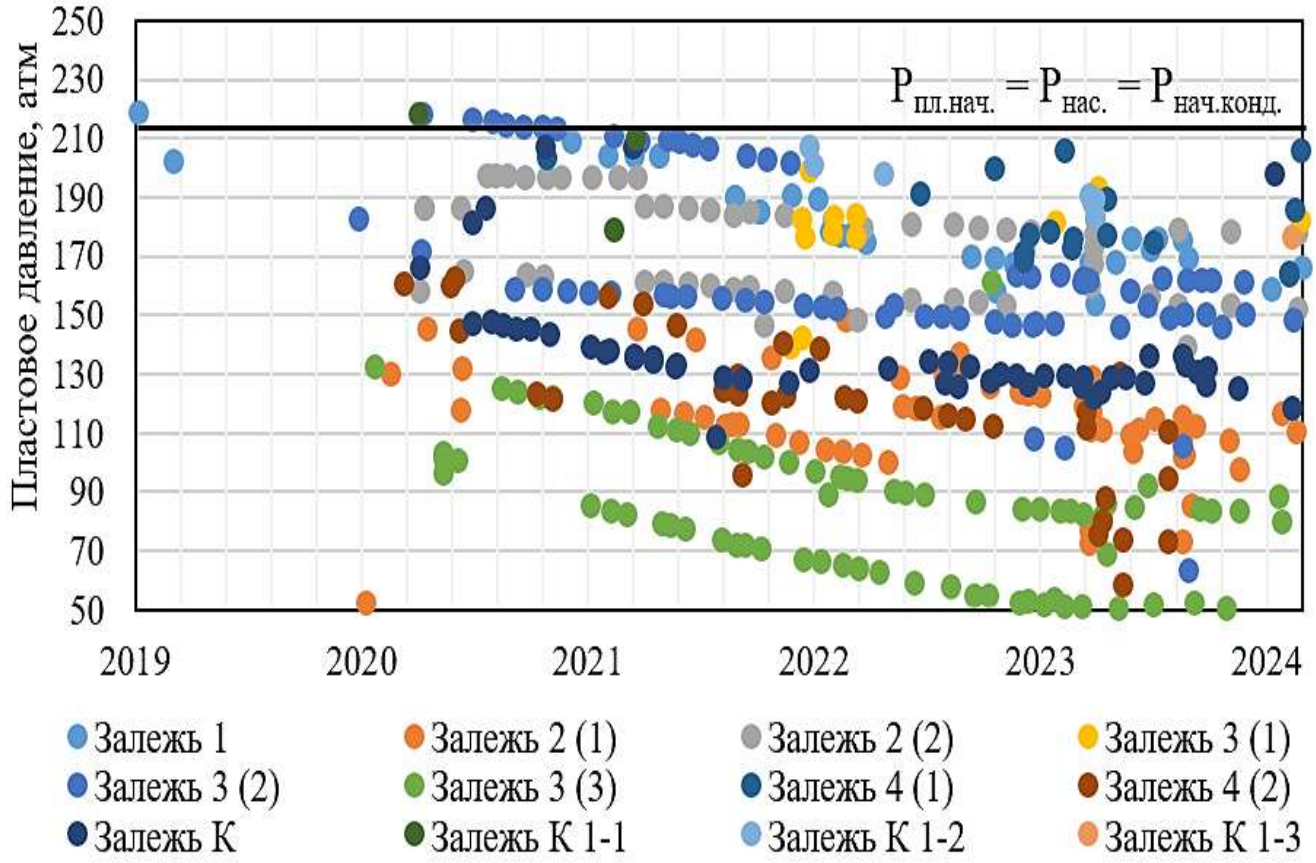


Рисунок 4 – Динамика пластового давления в разрезе залежей

Рисунок 5 – Показатели геолого-технологических мероприятий

Библиографический список:

1. Желтов Ю.П., Разработка нефтяных месторождений: Учеб. для вузов. – М.: «Недра», 1998. – 365 с.

2. Дейк Л.П., Практический инжиниринг резервуаров. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. – 668 с.

УДК 665.612.2

Монетизация попутно-нефтяного газа на объектах ИП ООО «Sanoat Energetika Guruhi» путём его переработки в синтетическое топливо с помощью технологии Gas-to-liquid (GTL)

Тангриев М. У.
СП ООО "Sanoat Energetika Guruhi", г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Данный проект посвящен исследованию и разработке методов монетизации попутного нефтяного газа на объектах SANEG. Целью проекта является переработка попутного нефтяного газа в синтетическое топливо с использованием технологии GTL. В результате проекта ожидается достижение экономической эффективности и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

Введение

Нефтяной газ, выделяющийся при добыче нефти, является ценным ресурсом, который может быть использован для получения синтетического топлива. Однако, на объектах SANEG попутный нефтяной газ обычно сжигается или выбрасывается в атмосферу, что приводит к негативным последствиям для окружающей среды. В данном проекте предлагается использовать технологию GTL для переработки этого газа в синтетическое топливо, что позволит максимально эффективно использовать данный ресурс.

1. Анализ состояния проблемы:

За 2022 год по Saneg было сожжено 25 млн. м3 газа, за первое полугодие 2023 года было сожжено около 15 млн. м3 газа, высока вероятность что за год этот объём вырастит до 30 млн. м3. Это тоже самое что и двухмесячный объём добычи газа по месторождению «Карим», двухмесячный объём добычи газа месторождения «Акназар», три «Жейнова», двухгодовая добыча с «Северного Шуртана» и пятилетняя добыча газа с «Центрального Аввала».

На сегодняшний день, наиболее крупными объектами добычи ПНГ являются нефтегазовые месторождения «Северный Уртабулак» - 4 млн.м^3/сут., «Сардоб» - 3 млн.м^3/сут., «Янги Каратепа» - 6 млн.м^3/сут. и также много других месторождений с более маленьким объёмом добычи ПНГ. На данных месторождениях добываемый попутно-нефтяной либо частично используется для топливообеспечения путевых подогревателей нефти либо полностью сжигается.

Несмотря на то, что сжигание природного газа считается менее загрязняющим ежели остальные процессы, тем не менее, при сжигании природного газа выделяются парниковые газы, такие как углекислый газ (CO2) и метан (CH4). Углекислый газ является основным причиной изменения климата, так как он удерживает тепло в атмосфере. Метан, в свою очередь, является ещё более мощным парниковым газом, способным удерживать тепло
в атмосфере в разы сильнее, чем CO2. Данные факторы прямые посредники, приводящие к глобальному потеплению.

Выбросы от сжигания природного газа могут содержать также различные токсичные вещества, такие как бензол, формальдегид и оксиды азота (NOx) и серы (SOx). Эти вещества могут быть вредными для здоровья людей, вызывая различные респираторные и другие заболевания.

Целью является эффективное и полезное использование сжигаемого попутно-нефтяного газа с удержанием экономического состояния компании с возможностью выхода к прибыли.

На сегодняшний день существует множество вариантов монетизации попутно-нефтяного газа, таких как:

Direct Liquefaction – дорогостоящая технология и требует более сложной инфраструктуры.

Hydrothermal Liquefaction – требует высокой температуры и высоких давлений, что подразумевает установку дополнительного оборудования

Gas To Liquid – о которой мы сейчас будем говорить имеет ряд преимуществ перед конкурентами.

Преимущества технологии GTL перед соперниками:

1. Высокая эффективность: GTL технология позволяет преобразовывать газ в жидкое

топливо с высокой эффективностью, что позволяет получить большее количество полезной продукции из того же объема исходного материала.

2. Низкий углеродный след: GTL процесс имеет более низкий уровень выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ по сравнению с некоторыми другими альтернативными технологиями, такими как уголь или нефть.

3. Высокое качество продукции: Жидкое топливо, полученное с помощью GTL технологии, обладает высоким качеством и может использоваться в различных отраслях, включая автомобильную и авиационную промышленность.

2. Методы монетизации попутного нефтяного газа с использованием технологии GTL:

- Описание процесса переработки нефтяного газа в синтетическое топливо с помощью технологии GTL.

1. Очистка газа: Нефтяный газ, содержащийся в природном газе или выбрасываемый при добыче нефти, сначала проходит через этап очистки, чтобы удалить примеси и загрязнения, такие как сера и влага.

2. Преобразование газа в синтез-газ: Очищенный газ затем подвергается процессу парного реформинга, в результате которого он превращается в синтез-газ (смесь водорода и оксида углерода).

3. Преобразование синтез-газа в жидкое топливо: Синтез-газ подвергается фишеровскому-тропшу процессу, который позволяет преобразовать его в жидкое топливо. В этом процессе молекулы оксида углерода и водорода реагируют, образуя различные углеводородные соединения, которые затем конденсируются в жидкую форму.

4. Очистка и ректификация: Полученное синтетическое топливо проходит через этапы очистки и ректификации, чтобы удалить остаточные примеси и получить продукт высокого качества.

5. Применение: Полученное синтетическое топливо может быть использовано в различных отраслях, включая автомобильную, авиационную и энергетическую промышленность.

- Анализ экономической эффективности данного процесса.

Экономическая эффективность технологии мини GTL заключается в:

1. Условно бесплатное горючее для спецтехники на близлежащих объектах.
2. Реализация попутно-нефтяного газа через нефтепровод с дальнейшей монетизацией.
3. Освобождение от уплаты налогов за загрязнение окружающей среды

3. Практическая реализация проекта:

- Описание плана действий для внедрения технологии GTL на объектах SANEG.

1. Определение целей и показателей эффективности
2. Разработка плана внедрения
3. Оценка рисков и разработка стратегии управления рисками
4. Пилотное внедрение
5. Масштабирование и расширение:

- Расчет затрат на строительство и запуск необходимого оборудования.

И так, рассмотрим рентабельность одной из самых малых установок мини – GTL, одного из известных производителей, мощностью 10 млн.м3/год – 4 тыс.тн/год (100 баррелей в день). Из расчёта получаем 400 кг из 1000 м3 ПНГ. Стоимость самой установки – $10 млн.

Стоимость замены катализатора - $660 тыс/2 года

Стоимость обслуживания уставки 8 работниками - $60 тыс./год

- Прогнозирование экономических показателей и ожидаемых результатов.

На выходе получаем продукцию состоящую из бензина – дизельного топлива в соотношении 35/65, керосин порядка 50% и тяжёлые парафины 3%.

Капитальные вложения – $10 млн.

Оперативные вложения - $330 тыс./год + $60 тыс./год Стоимость 700 тн./год бензина - $780 тыс./год Стоимость 228 тн./год дизельного топлива – $2 млн./год Стоимость 2000 тн. Керосина – $2,9 млн./год

Всего прибыль в год – $5,7 млн./год

Окупаемость – 2 года 8 месяцев

Дальнейшее развитие проекта

Дополнительно рассматривается возможность адаптации установки мини-GTL для выработки метанола, который используется в технологических процессах, например, в качестве химического реагента на УППГ. Ввиду сложностей с его поставками, а также высокой потребности на удалённых объектах, перевод установки в режим производства метанола может существенно повысить её рентабельность и обеспечить дополнительную гибкость в эксплуатации. Этот подход позволит не только минимизировать затраты на закупку реагентов, но и повысить уровень автономности объектов. Для полноценной оценки данного решения требуется подбор оптимальной мобильной установки и расчёт экономической эффективности с учётом себестоимости метанола и природного газа.

Заключение.

В результате проведенного исследования и разработки данного проекта были выявлены перспективы монетизации попутного нефтяного газа на объектах SANEG с помощью технологии GTL. Предлагаемая методика переработки газа в синтетическое топливо позволит не только увеличить экономическую эффективность, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Дополнительно будет рассмотрена возможность расширения функционала мини-GTL установки для выработки чистого метанола, востребованного в технологических процессах, включая применение в качестве химического реагента на УППГ. Данный подход может значительно повысить рентабельность проекта, минимизировать затраты на закупку реагентов и обеспечить автономность от удалённых поставок.

Таким образом, несмотря на текущие экономические ограничения, реализация данного проекта не только создаёт возможности для эффективного использования ПНГ, но и открывает перспективы дальнейшего технологического развития объектов SANEG, повышая их устойчивость и конкурентоспособность в энергетической отрасли.

УДК 622.276.72

Совершенствование способов борьбы с осложнениями в скважинах на Западно-Хоседаюском нефтяном месторождении

Чернышов И. Н.
Научный руководитель – Савельев Д. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Целью данной работы являлся анализ состояния разработки и совершенствование способов борьбы с осложнениями в скважинах при эксплуатации механизированного фонда скважин Западного-Хоседаюского месторождения.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- осуществить анализ геолого-физической характеристики продуктивных пластов и пластовых флюидов;
- рассмотреть состояние разработки месторождения;
- выполнить литературный обзор по теме исследования;
- проанализировать промысловый материал и определить проблемы, возникшие при разработке;
- предложить варианты по совершенствованию технологического процесса депарафинизации скважин;
- выполнить технологический расчёт;
- сделать выводы и дать рекомендации.

Рассмотрим геолого-промысловые данные о месторождении. Западно-Хоседаюское месторождение расположено в пределах Колвависовского нефтегазоносного района (НГР), входящего в состав Хорейверской нефтегазоносной области (НГО) Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и приурочено к Центрально-Хорейверской зоне рифогенных построек.

В разрезе Западно-Хоседаюского месторождения выделены две залежи: одна – в пласте C_1ok, вторая – в D_3fmIV-III.

В соответствии с технологической классификацией нефть Западно-Хоседаюского месторождения относится к третьему классу – высокосернистая, ко второму виду - высокопарафинистая, по плотности, выходу фракций, содержанию парафина – к типу 3-4 (тяжелая битуминозная), а по степени подготовки (содержание воды, механических примесей, хлористых солей) – к группе 3.

Оценим состояние разработки месторождения. По состоянию на 01.01.2020 на месторождении пробурено 100 скважин, из них 86 добывающих, пять нагнетательных, шесть поисковых и три разведочные. В действующем фонде - 86 добывающих и пять нагнетательных. Отбор продукции по скважинам производится механизированным способом с применением ЭЦН (85 скважин) и фонтанным способом (1 скважина).

С начала разработки по месторождению отобрано 9,9 млн т нефти, 19,4 млн т жидкости, закачано воды – 5,6 млн $м^3$. Накопленная добыча нефти на одну перебывавшую в добыче скважину составила 105,3 тыс. т. Максимальный уровень добычи нефти (1707 тыс. т) был достигнут в 2016 г. при работе 86 добывающих скважин со средним дебитом нефти 63,2 т/сут.

Ключевыми проблемами, возникшими при разработке месторождения, стали отложения АСП-веществ и высокая обводненность продукции скважин.

Асфальтосмолопарафиновые отложения представляют собой сложную углеводородную смесь, которая состоит из парафинов, асфальто-смолистых веществ (АСВ), силикагелевой смолы, воды, масел, механических примесей [3].

Наиболее часто используемые методы на Западно-Хоседаюском месторождении – это механическая депарафинизация скважин при помощи скребка и проведение обработок ингибиторами АСПО или соляной кислотой.

Однако у механического метода есть недостатки:

- невозможность полностью очистить стенку трубы от отложений из-за сдвига скребка по штанге;
- частые случаи обрыва и застревания скребков в скважине, что ускоряет выход труб из строя;
- появление царапин на трубах, что также способствует более интенсивному отложению частиц на стенках НКТ.

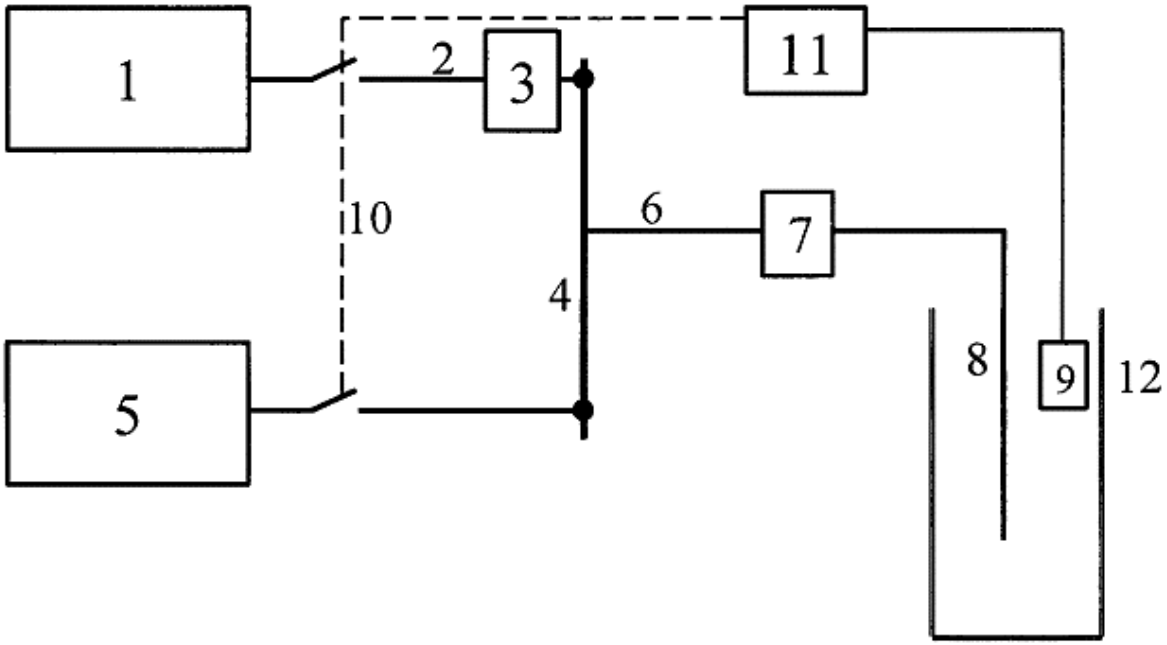
Рассмотрим некоторые недостатки СКО:

- снижение эффективности (соляная кислота преимущественно фильтруется в высокопроницаемые интервалы пласта, а интервалы с меньшей проницаемостью слабо подвергаются кислотному воздействию);
- увеличение обводнённости добываемой продукции;
- коррозия металла и оборудования.

С целью повышения эффективности и совершенствования технологии борьбы с АСПО автором предлагается рассмотреть возможность испытаний на Западно-Хоседаюском месторождении автономного гибридного электротехнического комплекса (рисунок 1). Данный комплекс соединяется с греющим кабелем, который спускается в ствол скважины на определенную глубину. После подачи тока на кабель происходит его нагрев, вследствие чего АСП-вещества перестают выпадать из нефти и отлагаться на стенках НКТ [1].

Комплекс работает по следующему алгоритму. При достаточных ветровых условиях ВЭС принимается вырабатывать переменный ток, который через трехфазный диодный выпрямитель попадает на шину постоянного тока, куда также попадает выработанный ФЭС постоянный ток. ФЭС применяется для сглаживания неравномерности теплового влияния на ствол скважины и повышения продолжительности работы комплекса, таким образом увеличивая автономность работы гибридного комплекса. С шины постоянного тока общая выработанная мощность через силовой кабель постоянного тока оказывается на греющем кабеле, которые соединены посредством клеммной колодки. ВЭС и трехфазный диодный выпрямитель связаны между собой силовым кабелем переменного тока. В случае превышения

допустимой температуры в стволе скважины датчик температуры передает сигнал на блок управления и защиты, далее с помощью системы контакторов совершается вывод одного из генераторов из работы гибридного комплекса. Кроме того, при помощи системы контакторов есть возможность отключить один из источников питания в связи с невозможностью его эксплуатации в текущих погодных условиях или по причине плановых ремонтных работ [1].



1 – ветроэлектрическая установка (ВЭС); 2 – силовой кабель переменного тока;
3 – трехфазный диодный выпрямитель; 4 – шина постоянного тока;
5 – фотоэлектрическая система (ФЭС); 6 – силовой кабель постоянного тока;
7 – клеммная колодка; 8 – греющий кабель; 9 – датчик температуры;
10 – система контакторов;11 – блок управления и защиты;
12 – насосно-компрессорная труба (НКТ)

Рисунок 1 – Схема автономного гибридного электротехнического комплекса с греющим кабелем [1]

По сравнению с текущими способами борьбы с АСПО, применяемыми на Западно-Хоседаюском месторождении, у гибридного комплекса есть следующие преимущества:

- экономия электроэнергии благодаря фотоэлектрической системе;
- расширенный потенциал территориального использования;
- автономность работы;
- эффективный контроль за удалением АСПО.

С целью определения глубины спуска греющего кабеля был произведен расчет по методике Мищенко Игоря Тихоновича [2]. Рассмотрим основные формулы из данной методики.

Коэффициент теплопередачи находится по формуле, Вт/(кг·ºС):

$$K = \frac{q}{1{,}29+0{,}36 \cdot q}, \quad (1)$$

где q – дебит скважины по жидкости, т/сут.

Прогнозируемая глубина отложения парафина определяется по зависимости, м:

$$h_{\text{отл}} = \mathrm{M}_1 \cdot \frac{y}{\alpha} \cdot \left[1 + \left(\mathrm{M}_2 + \frac{\mathrm{M}_3}{y}\right)^{\mathrm{M}_4}\right] + 250 \cdot (K - 0{,}8)^2 +$$

$$+ 70 \cdot \left(\frac{ß_b}{1-0{,}5}\right)^{1{,}5} - 200 \cdot ß_b, \quad (2)$$

где M_1, M_2, M_3, M_4 – эмпирические коэффициенты, значения которых зависят от параметра y:

$$y = \frac{(T_{заб} - T_{кр}) \cdot \pi \cdot K}{Г \cdot q \cdot C}, \quad (3)$$

где $T_{заб}$ – температура на забое скважины, °С;
$T_{кр}$ – температура начала выпадения кристаллов парафина, °С;
Г – геотермический градиент, ºС/м;
C – удельная теплоёмкость, Дж/(кг·ºС).
ß$_b$ – обводненность продукции скважины, доли ед.
α – эмпирический коэффициент, который находится по формуле:

$$\alpha = \frac{\pi \cdot K}{q \cdot C}. \quad (4)$$

И наконец находится интервал отложения АСП в колонне НКТ:

$$Z = H - h_{отл}, \quad (5)$$

где H – глубина до забоя скважины, м.

Далее был выполнен расчет глубины отложения парафина на одной из скважин Западно-Хоседаюского месторождения. Была выбрана скважина № 3410. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета глубины отложения парафина

Название параметра	Значение
Глубина забоя скважины, м	1600
Скважина №	3410
Дебит скважины по жидкости, кг/с	1,27
Обводненность продукции, доли ед.	0,8
Температура на забое скважины, ℃	35
Температура горных пород на глубине 20 м от поверхности, ℃	3
Температура начала кристаллизации, ℃	32
Удельная теплоемкость нефти, Дж/(кг·°С)	3065,5
Удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°С)	4134,8

В целью уменьшения времени расчета и совершенствования навыков написания программного кода на языке программирования Python, автором работы был составлен программный код для расчета по представленному выше алгоритму. Программа может быть использована и для нахождения глубин начала отложения АСПО в других скважинах. Фрагмент кода с результатами расчета представлен на рисунке 2.

Из расчета следует, что для скважины № 3410 необходимая глубина спуска греющего кабеля составит 443,6 м от устья скважины.

Окончательное решение о внедрении автономного гибридного электротехнического комплекса в условиях Западно-Хоседаюского нефтяного месторождения можно будет сделать после детальной оценки технологической и экономической эффективности технологии. При получении положительных результатов рекомендуется начать опытно-промышленные испытания в скважинах.

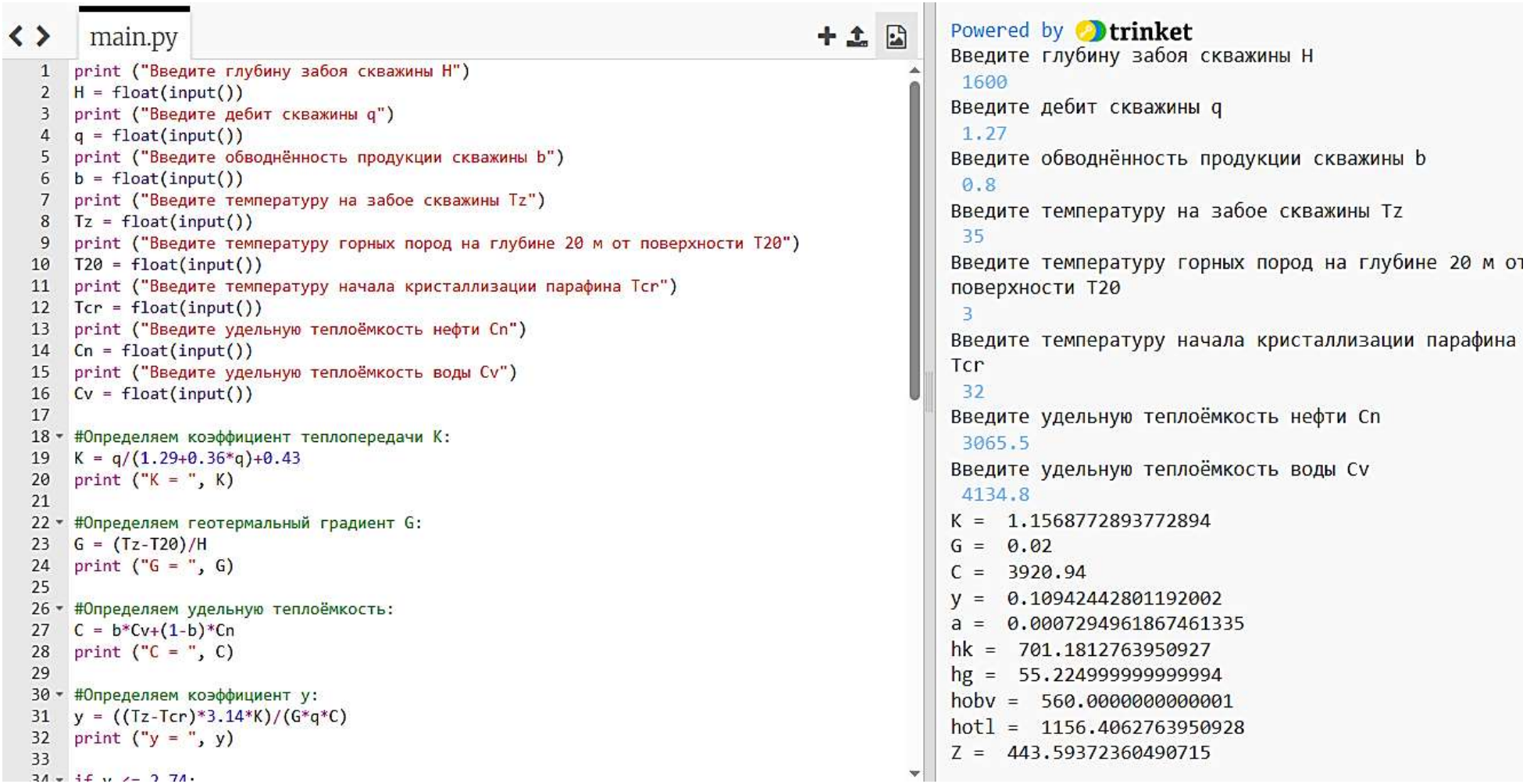


Рисунок 2 – Фрагмент рабочего окна с программным кодом и результатами расчета

Библиографический список:

1. Автономный гибридный комплекс для борьбы с асфальто-смоло-парафиновыми отложениями в нефтяной скважине : пат. 2703040 Российская Федерация, МПК5 E 21 B 36/04 / А. А. Бельский, В. С. Добуш, М. Э. Михайлов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет». – № 2018122612 ; заявл. 19.06.2018 ; опубл. 15.10.2019, Бюл. № 29. – 7 с. : ил. – Текст : электронный.

2. Мищенко, И. Т. Расчеты в добыче нефти : учебное пособие / И. Т. Мищенко. – Москва : Недра, 1989. – 248 с.– Текст : электронный.

3. Муслимов, Р. Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения / Р. Х. Муслимов. – Казань : Изд-во Академии наук РТ, 2005. – 687 с. – Текст : электронный.

УДК 550.53:622.234.573:004.42

Реализация расчетов параметров трещин, образующейся во время проведения гидравлического разрыва пласта, на языке программирования Python

Фомин Д. А., Дубовский Д. А.
Научный руководитель – Миклина О. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Введение.

Технология гидравлического разрыва пласта представляет собой сложный процесс как по технологии проведения, а также по используемому технологическому оборудованию. Во время проведения ГРП в скважину подаются специальные рабочие жидкости с давлением, под действием которого пласт расщепляется в сторону наименьших горизонтальных сопротивлений горных пород. В результате проведенного ГРП в пласте образуется горизонтальная или вертикальная трещина. В наших исследованиях будем изучать и рассматривать вопросы технологии ГРП и расчет технологических параметров трещины.

Актуальность обозначенной работы заключается в том, что современная технология ГРП относится к часто используемому метолду воздействия на пласт, т. к. его применение на скважине приводит к увеличению её производительности, а также к увеличению нефтеотдачи пласта.

Данная технология требует расчета множества технологических параметров ГРП. Для их определения используются специальные программные продукты, разработанных специалистами зарубежных стран. Большинство зарубежных моделирующих программ являются дорогостоящими коммерческими продуктами, а также в связи с переходом на импортозамещение есть необходимость в разработки собственных программ. В предлагаемых исследованиях предпринята попытка в разработке собственного программного кода для проектирования технологических показателей ГРП по методике Мищенко И. Т. с определенными допущениями [4].

Целью исследования является разработка программного кода для расчёта параметров трещин на языке программирования Python.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1) выполнить краткий литературный обзор по современной технологии ГРП;
2) проанализировать методику расчета параметров трещины и составить блок-схему;
3) реализовать методику расчета параметров трещин на языке программирования Python;
4) проверить методику расчета на теоретической скважине.

Основная часть.

Многие производственные и научные исследователи показывают, что рассматриваемая технология имеет ряд достоинств, к которым можно отнести следующее [1, 2, 3, 6, 7, 10]:

1) технология позволяет увеличить дебит скважины (по нефти, по жидкости);
2) в результате проведения ГРП увеличивается коэффициент извлечения нефти;

3) перспективность в совершенствовании технологии ГРП и при выполнении расчетов (моделирование) трещины.

Наши исследования посвящены рассмотрению технологии ГРП и анализу методик расчета параметров трещины.

Перед проведением ГРП обязательно формируется документ «Дизайн ГРП». Данный документ формируется по результатам расчета конкретной скважины с помощью моделирующих программ. Здесь дается различная информация по скважине, представлены графики с динамикой технологических показателей, даются результаты создаваемой трещины и её профиль по завершении расчетов, а также необходимый состав «Флота ГРП» [3, 6].

В выполнении современной технологии ГРП используется специальное поверхностное оборудование, состав которого называется «Флот ГРП» (рисунок 1а) [9]. В состав входят насосные и пескосмесительные (блендер) агрегаты, различные технологические ёмкости, устьевое оборудование и т. д. Отметим необходимость применения в составе «Флота ГРП» автоматизированной станции управления, которую можно назвать «мозгом» процесса ГРП (рисунок 1б) [8]. Данная станция наполнена различной вычислительной техникой, на которой устанавливаются специальные программные продукты, позволяющие контролировать весь технологический процесс ГРП. К одной из важной функции станции относят возможность визуализировать технологический процесс (динамика показателей на экранах монитора) в течение всего процесса, форму трещины во время закачки рабочих жидкостей и её окончательные параметры (раскрытость, длина, высота).

Перед проведением ГРП в промытую и очищенную скважину на забой спускают специальный комплект оборудования, в состав которого входят НКТ диаметром от 0,073 м до 0,114 м, пакер с якорем.

Технология заключается в выполнении следующих этапов:

- этап «Нагнетательный тест»;
- этап «Замещение»;
- этап «Тестовая закачка»:
- этап «Мини-ГРП;
- этап «Редизайн ГРП»;
- этап «Основной ГРП».

Начало образования трещины начинается при выполнении «Мини-ГРП», а её окончательный профиль формируется после проведения «Основной ГРП». Рассмотрим основные стадии последнего на примере динамики технологических показателей одной скважины (рисунок 2) [1, 3, 6].

I стадия – стадия «Подушка» (закачивается порциями сшитый гель). По достижении значения давления на забое, равного давлению разрыва пласта, стадия завершается в точке А.

II стадия – продолжение стадии «Подушка», которая соответствует начальному росту трещины, выполняют закачку сшитого геля. Для распространения (развития) трещины продолжается закачка сшитого геля до точки Б.

III стадия – стадия «Закачка проппантной пачки». На данной стадии происходит закачка сшитого геля с добавлением проппанта в объёме для заполнения создавшейся трещины. Максимальное значение концентрации проппанта фиксируется в конце стадии (точка В).

IV стадия – стадия «Продавка». Данная операция осуществляется с помощью закачки продавочной жидкости. Сначала продолжают подавать сшитый гель (небольшую пачку), затем переходят на линейный гель.

V стадия – по завершении продавки запланированного объёма жидкости насосы отключаются (точка Г). После остановки всех насосных агрегатов происходит резкое падение давления до определённого уровня (давление Pisip). Происходит так называемый период фильтрации жидкости в пласт, заключающийся в закрытии трещины.

Рассматриваемый график (динамика) формируется во время проведения ГРП с помощью специальных моделирующих программ.

а)

б)

Рисунок 1 – «Флот ГРП»

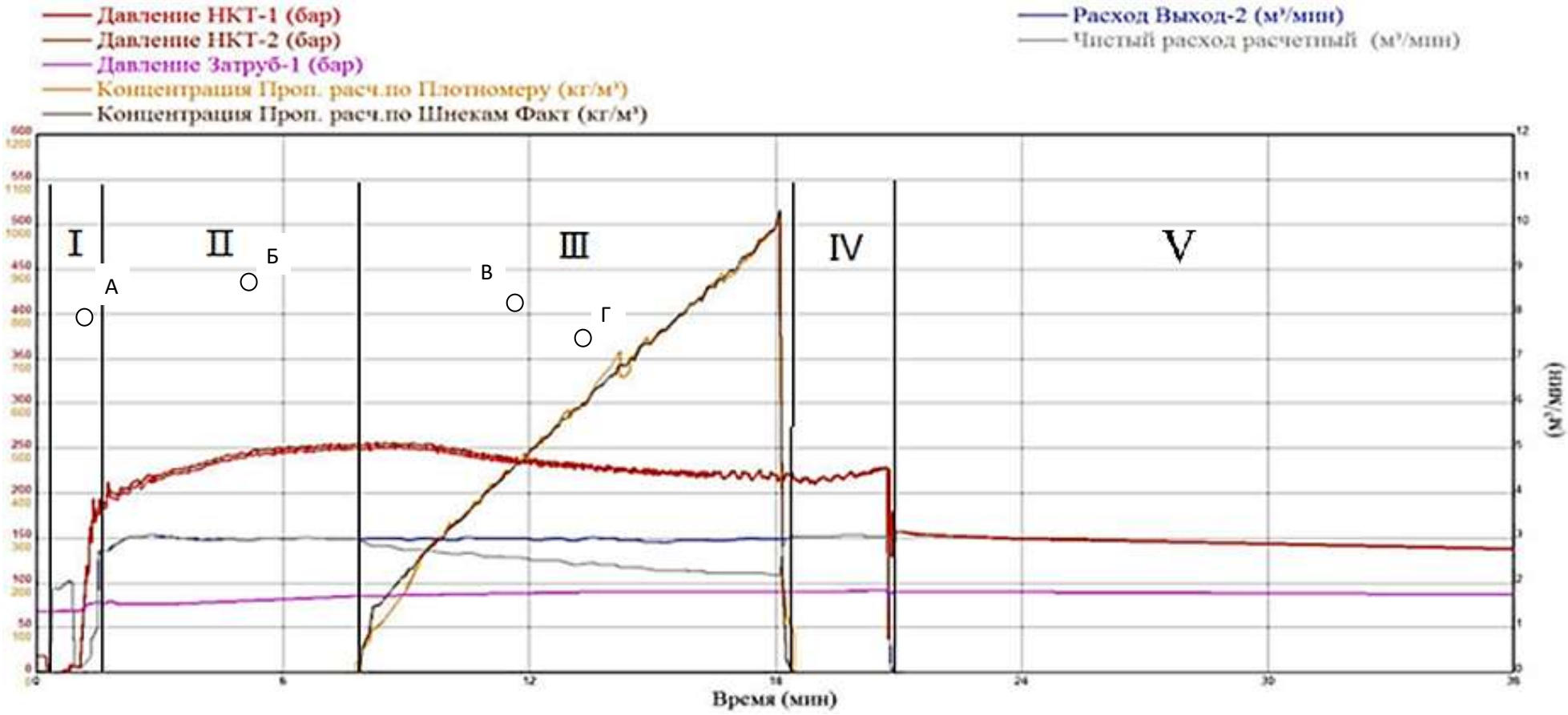


Рисунок 2 – Динамика технологических показателей «Основного этапа» ГРП

В наших исследованиях для расчета параметров трещин использовалась методика И. Т. Мищенко [7]. Сущность расчета заключается в определении давления разрыва пласта, потерь на трение, ориентация трещины, параметры трещины (длина, раскрытость), различные значения проницаемости и т. д. Приведем основные формулы:

- определение давления разрыва пласта:

$$\frac{P_{заб}}{P_{гг}} \cdot \left(\frac{P_{заб}}{P_{гг}} - 1\right)^3 = 5.25 \cdot E^2 \cdot Q \cdot \mu / \left(\left(1-\nu^2\right)^2 \cdot P_{гг}^3 \cdot V_ж\right), \quad (1)$$

где $V_ж$ – объем жидкости разрыва, м^3;

$P_{р\ заб}$ – давление на забое в момент разрыва пласта при закачке жидкости в объёме $V_ж$, Па;

h – вскрытая толщина продуктивного пласта, м;

ν – коэффициент Пуассона;

$P_{гг}$ – горизонтальная составляющая горного давления, Па;

E – модуль Юнга, Па;

- длина трещины:

$$L_{тр} = \left(V_ж \cdot \frac{E}{5{,}6 \cdot \left(1-\nu^2\right) \cdot h \cdot \left(P_{р\ заб} - P_{гг}\right)}\right)^{1/2} \quad (2)$$

- раскрытость (ширина) трещины:

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot \left(1-\nu^2\right) \cdot L_{тр} \cdot \left(P_{р\ заб} - P_{гг}\right)}{E} \quad (3)$$

где ν – коэффициент Пуассона;

$P_{гг}$ – горизонтальная составляющая горного давления, Па;

E – модуль Юнга, Па;

$L_{тр}$ – длина трещины, м;

- потери давления на трение определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$P_{тр} = \lambda \frac{L}{d_в} \cdot \frac{v^2}{2} \rho_{жп}, \quad (4)$$

где v – скорость движения рабочей жидкости при её закачке в НКТ, м/с:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{вн}^2} \quad (5)$$

где $\rho_{жп}$ – плотность рабочей жидкости, кг/м^3;

Q – темп закачки или расход рабочей жидкости в сечении НКТ, м^3/с;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр НКТ, м;

λ – коэффициент гидравлического трения, б/р

- расчет устьевого давления, которое нужно создать для закачки рабочей жидкости в скважину:

$$P_у = P_{заб} - \rho_ж \cdot 9.81 \cdot L + P_т. \quad (6)$$

где $P_у$ – устьевое давление, Па.

Для выполнения расчетов выбраны исходные данные, приведенные в таблице 1.

В работе над программным кодом выполнена работа по анализу исходных данных и их размерностей, проведен анализ методики расчета, последовательность расчета с учетом встроенных функций языка Python, построена блок-схема вычислительного процесса, выбраны необходимые возможности языка Python в построении программного кода, определены основные модули в построении программного кода с применением подпрограмм языка Python. Пример одного модуля приведен на рисунке 3.

Таблица 1 – Исходные для проведения расчетов технологических показателей ГРП

Название параметра	Условное обозначение	Значение параметра	Размерность
Глубина скважины	L	2000	м
Диаметр по долоту	D	0,25	м
Вскрытая толщина пласта	h	10	м
Средняя проницаемость	k	$0{,}05 \cdot 10^{-12}$	$м^2$
Модуль упругости пород	E	10^4	МПа
Коэффициент Пуассона	ν	0,3	д. ед
Средняя плотность пород над продуктивным пластом	$\rho_п$	2600	$кг/м^3$
Плотность нефильтрующейся жидкости	$\rho_н$	1020	$кг/м^3$
Вязкость нефильтрующейся жидкости	μ	450	мПа·с
Содержание песка	c	400	$кг/м^3$
Плотность песка	$\rho_{пес}$	2500	$кг/м^3$

Нахождеие забойного давления

```
[ ]  1 def pzab(Vg,mu):
     2   prom_rasch1=5.25*(E*10**6)**2*Q*10**(-3)*mu*10**(-3)/((1-v**2)**2*(pgg*10**6)**3*Vg)
     3   x = Symbol('x')
     4   resh=''
     5   nabor_resheni=solve(x**4-3*x**3+3*x**2-x-prom_rasch1)
     6   for i in nabor_resheni:
     7     if str(i).find('-')==-1 and str(i).find('I')==-1:
     8       resh=i
     9   pzab=resh*pgg #забойное давление МПА
    10   return pzab
    11 pzab1=pzab(1,mu)
    12 pzab1=pzab(1,mu) #давление при закачке 1 м3 жидкости
    13 print('давление при закачке 1 м3 жидкости = ' + str(pzab1)+ ' МПа')
```

Рисунок 3 – Часть кода программы для определения давления разрыва пласта

Выводы

В процессе поведенной исследовательскеой работы можно сказать, что во время исследований изучен теоретический материал по современной технологии ГРП, выявлены возможности и встроенные модули, функции для их использования в расчете, выстроен вычислительный процесс после анализа методики расчета, разработан программный продукт, позволяющий рассчитать технологические параметры ГРП.

По завершении исследовательской работы получены следующие технологические параметры ГРП:

1) значения давления:
- давление разрыва пласта – 22,67 МПа;
- потери давления на трение – 70,19 МПа;
- устьевое давление для закачки рабочих жидкостей в скважину –69,5 МПа.

2) значения параметров трещины:
- длина трещины – 44,5 м;
- раскрытость трещины – 0,014 м.

Библиографический список:
1. Terracina, J. M. Proppant Selection and Its Effect on the Results of Fracturing Treatments Performed in Shale Formations [Text] / J. M. Terracina, J. M. Turner, D. H. Collins, // Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition (September 2010), – Florence, 2010. – P. 17.
2. Апасов, Т. К. Методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи для месторождений Западной Сибири [Текст] : учебное пособие / Т. К. Апасов, Р. Т. Апасов, Г. Т. Апасов. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. – 187 с.
3. Миклина, О. А. Гидравлический разрыв пласта (ГРП) [Текст] : учеб. пособие / О. А. Миклина, ТМ. Н. Мельников. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 144 с.
4. Мищенко, И. Т. Расчеты в добыче нефти [Текст] / И. Т. Мищенко. – М. : Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2008. – 296 с. : ил. Текст : непосредственный.
5. Мищенко, И. Т. Скважинная добыча нефти: учебное пособие / И. Т. Мищенко, – М. : Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. – 540 с. Текст : непосредственный.
6. Равилов, Д. В. Гидравлический разрыв пласта [Текст] / Д. В. Равилов, А. И. Меркуленко // Евразийский научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 76.
7. Сборник задач по технологии и технике нефтедобычи: учебное пособие для вузов / Мищенко, И. Т. Расчеты в добыче нефти [Текст] / И. Т. Мищенко, В. А. Сахаров, В. Г. Грон, Г. И. Богомольнгый. – М. : Недра, 1984. - 272 с. : ил.
8. Станция управления ГРП. URL: https://aris-ot.ru/production/pumping-equipment/control.html ((дата обращения 14.05.2025).).
9. Флот ГРП. URL: https://e-plus.media/technologies/zachem-neftyanikam-suhoputnyj-flot-i-kakie-suda-v-nego-vhodyat/ (дата обращения 14.05.2025).
10. Яркеева, Н. Р. Применение гидроразрыва пласта для интенсификации притока нефти в скважинах [Текст] / Н.Р Яркеева, А.М. Хазиев // Нефтегазовое дело. – 2018. – № 5. – С. 30-36.

УДК 622.276.72

Физические и химические методы борьбы с АСПО

Ковалев С. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Асфальто- смоло- парафиновые отложения представляют собой сложную углеводородную смесь, состоящую из парафинов (20-70 % масс), асфальтосмолистых веществ (20-40 % масс), силикагелевой смолы, масел, воды и механических примесей [7-9].

Нефтяные парафины состоят из алкановых углеводородов с числом атомов углерода C_{18}-C_{36} и нафтеновые углеводороды C_{30}-C_{60} [2]. Парафины могут существовать в различных агрегатных состояниях вещества (газ, жидкость, твердое) в зависимости от давления и температуры. При переходе из жидкого состояния в твердое парафины образуют кристаллы. При переходе в твердое состояние они кристаллизуются. Алкановые углеводороды формируют микрокристаллическую структуру (рисунок 1, а), тогда как нафтены образуют макрокристаллическую структуру (рисунок 1, б)

Парафиновые отложения, накапливаемые в системе добычи, сбора и обработки нефтей, представляют собой сложную смесь, которая может включать в себя собственно парафины – углеводороды от $\mathbf{C_{16}H_{34}}$ до $\mathbf{C_{36}H_{74}}$ и церезины $\mathbf{C_{36}H_{74}}$ и выше.

Кроме того, в состав этих отложений входят растворенные жидкие углеводороды и механические примеси. Плотность парафина в твердом виде варьируется от 0,865 до 0,940, а в расплавленном – от 0,777 до 0,79.

Для недопущения аварийности на производстве используют основные методы борьбы :

Для предупреждения:

1. Применение гладких покрытий
2. Химические

- Смачивающие

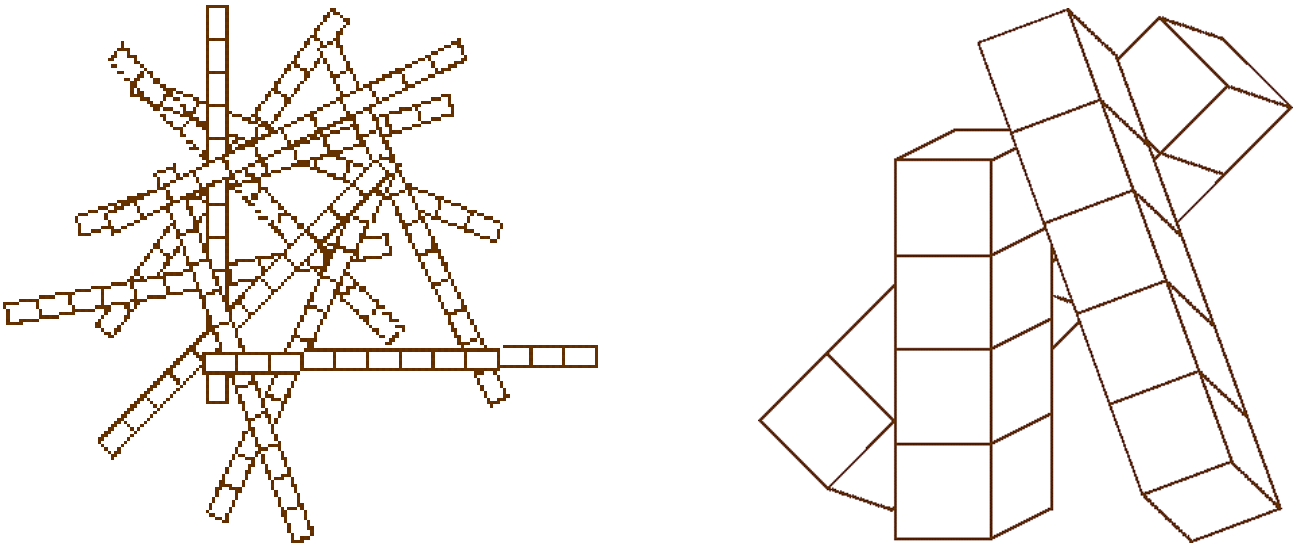
- Модификаторы
- Депрессаторы
- Диспергаторы

3. Физические
- Вибрационные
- Воздействие магнитных, электрических и электромагнитных полей.
- Ультрозвуковые

Для удаления

1. Тепловые
- Горячая нефть или вода в качестве теплоносителя
- Острый пар
- Электропечи
- Индукционные подогреватели
- Реагенты, при взаимодействии с которыми протекают экзотермические реакции

Механические
- Скребки
- Скребки-центраторы
- Разделители
- Очистные поршни



а б

Рисунок 1 – Микрокристаллическая и макрокристаллическая структуры нефтяного парафина

2. Химические (растворители)

Рассмотрим некоторые методы использования

Применение гладких покрытий

Предложенный подход предполагает нанесение на внутреннюю поверхность насосно-компрессорных труб (НКТ) слоев из материалов с гладкой и водопритягивающей поверхностью, что позволяет уменьшить прилипание парафиноотложений. Стеклянные и эпоксидные композиты показали себя наиболее эффективными в качестве материалов для таких покрытий. Важным условием использования защитных покрытий является необходимость обработки всего участка скважины, подверженного риску выпадения парафина. Глубина начала формирования парафиновых отложений определяется исходя из наименьшего дебита добычи, что гарантирует защиту на протяжении всего диапазона возможных объемов добычи. Значительные и всесторонние исследования в этой области были осуществлены научно-исследовательскими институтами: ТатНИПИнефть, ПермНИПИнефть и БашНИПИнефть. В таблице 1 (ниже) представлены результаты испытаний перспективных материалов.

В таблице 1 не приведены свойства материалов адгезионной устойчивости к парафину (т.е. стойкость против прилипания парафина при одной и той же интегральной гладкости поверхности). А этот показатель имеет очень важное значение. Например, эпоксидная смола имеет интегральную гладкость имеет интегральную гладкость 96…100 %. Промысловые испытания показали, что при небольшой разности по гладкости поверхности остеклованные трубы имеют в несколько раз выше защитные свойства, чем трубы, покрытые эпоксидными смолами. Поэтому следует сделать вывод, что чем выше гидрофильность поверхности труб или покрытия (смачиваемость водой), тем выше и стойкость материала к прилипанию кристаллов парафина.

Таблица 1 – Характеристики материала покрытия

Материал	Тип, марка материала	Теплостойкость, ^{0}C	Абразивная стойкость по Моосу	Интегральная гладкость, %	Диэлектрическая проницаемость
Стекло	АБ-1	400	5	100	6,7
Стеклоэмаль	3132	220	5	87	7,2
Эпоксидная смола	ЭД-40	80	2	97	4,2
Бакелитовый лак + эпоксид	БЭЛ	80	2	96	4,9
Сталь	65Г	1200	5	70	-
Алюминий	АМГ	550	3	92	-
Хром	Покрытие	1600	6	100	-
Никель	" "	1200	6	98	-
Полиэтилен	Пленка	85	2	68	2,2
Метилстирол	-	80	3	100	2,3
Гидрофобный лак	КО-815	150	3	100	2,6
Оргстекло	Листы	85	3	100	3,6

Парафиностойкость материла прежде всего связана с гладкостью его поверхности. Многочисленные исследования показали, что все материалы, в том числе и стекло, имеющие шероховатую поверхность, запарафиниваются. Самым распространенным и эффективным способом предупреждения отложений парафина на промыслах является применение остеклованных НКТ. Однако неправильное обращение с ними при эксплуатации часто приводит к потере защитных свойств, а также к другим нежелательным последствиям.

К основным недостаткам модификации поверхности НКТ нанесением защитных покрытий относятся следующие:

- рост стоимости НКТ;
- повышенные требования соблюдения мер предосторожности при их транспорте и монтаже (структура гидрофильных материалов предопределяет их хрупкость, а повреждения поверхности гладких материалов, даже незначительное, приводят к резкой локальной интенсификации АСПО);
- кратковременность эффекта ингибирования АСПО из-за быстрой гидрофобизации покрытий и нарастание парафиноотложений в этой области;
- быстрое повреждение покрытий в процессе эксплуатации вследствие абразивного износа, ударов колонны штанг или деформации НКТ.

Физические методы

Методы, относимые к физическим, основаны на воздействии механических и ультразвуковых колебаний (вибрационные методы), а также электрических, магнитных и электромагнитных полей на добываемую и транспортируемую продукцию

Для воздействия на добываемую и перемещаемую нефть применяются различные методы, основанные на использовании ультразвуковых колебаний (вибрационные техники), а также электрических, магнитных и электромагнитных полей.

Вибрационные методы генерируют ультразвуковые волны в зонах, где образуется парафин. Эти волны воздействуют на кристаллы парафина, вызывая их незначительные перемещения, что препятствует их оседанию на стенках труб.

Акустический метод предотвращения парафиновых отложений в нефтяных скважинах, использующий преобразование технологического шума в ультразвук, считается нетрадиционным и пока не получил широкого распространения. Другой способ создания ультразвука в скважине – это также преобразование производственных шумов.

Формирование стоячих звуковых волн происходит в зоне излучателя, перпендикулярно движению газожидкостной смеси. Звуковое давление в пучности стоячей волны перемещает кристаллы парафина от стенок трубы к центру потока, где они коагулируют и омываются нефтью для выноса на поверхность.

В качестве преобразователя звука, то есть излучателя акустических колебаний, используется четвертьволновый резонатор, который размещается над погружным центробежным насосом в зоне риска отложения парафина.

Установлено, что магнитное поле в движущейся жидкости разрушает агрегаты, состоящие из субмикронных ферромагнитных частиц соединений железа, присутствующих в нефти и попутной воде в концентрации 10-100 г/т. Разрушение этих агрегатов, содержащих от сотен до тысяч микрочастиц, приводит к значительному увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц микронных пузырьков газа. В результате кристаллы парафина выпадают в виде мелкодисперсной, объемной взвеси, а скорость отложений снижается пропорционально уменьшению размеров кристаллов, выпадающих вместе со смолами и асфальтенами. Образование микропузырьков газа в центрах кристаллизации после магнитной обработки может создавать эффект газлифта, что потенциально увеличивает дебит скважин.

Опираясь на отечественные и зарубежные исследования влияния постоянных магнитных полей на нефть, ООО «ЦНТ «ЛАНТАН» разработало специальные индукторы для установки в насосно-компрессорных трубах (НКТ) и трубопроводах. Опыт эксплуатации показал:

- уменьшается асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) на стенках НКТ и трубопроводов;
- увеличивается межочистной период;
- уменьшается скорость коррозии трубопроводов.

Ниже приводится отработанная схема установки МИОНов. Один магнитный индуктор устанавливается на приеме насоса, а второй на глубине начала отложения АСПО (Рисунок 2).

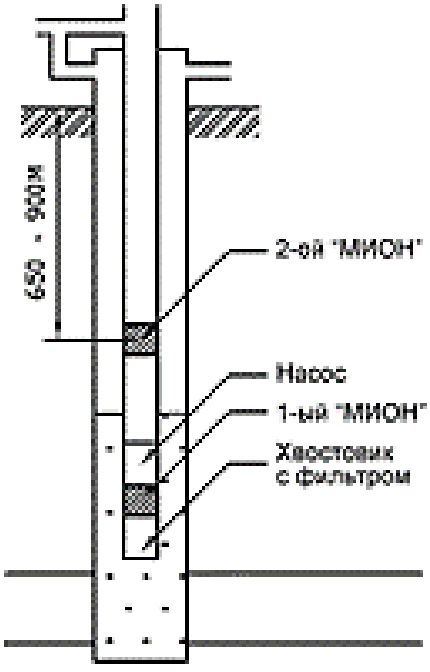


Рисунок 2 - Принципиальная схема установки магнитных индукторов МИОН

Химический метод

Химические методы базируются на дозировании в добываемую продукцию химических соединений, уменьшающих, а иногда и полностью предотвращающих образование отложений. В основе действия ингибиторов парафиноотложения лежат адсорбционные процессы, происходящие на границе раздела между жидкой фазой и поверхностью металла трубы

Лабораторные исследования позволяют осуществить подбор вида и дозировки для конкретных скважинных условий тех или иных объектов эксплуатации. Величина дозировки в свою очередь зависит от способа подачи ингибитора в продукцию скважин

Смачивающие реагенты образуют на поверхности металла гидрофильную пленку, препятствующую адгезии кристаллов парафина к трубам, что создает условия для выноса их потоком жидкости. К ним относят полиакриламид (ПАА), кислые органические фосфаты, силикаты щелочных металлов, водные растворы синтетических полимерных ПАВ

Механизм действия депрессаторов заключается в адсорбции молекул на кристаллах парафина, что затрудняет их способность к агрегации и накоплению. К ним относятся: Парафлоу АзНИИ, алкилфенол ИПХ-9, «Дорад-1А», ВЭО-504 ТюмИИ, «Азолят-7»

Диспергаторы – химические реагенты, обеспечивающие образование тонкодисперсной системы, которая уносится потоком нефти, что препятствует отложению кристаллов парафина на стенках труб. К ним относятся соли металлов, соли высших синтетических жирных кислот, силикатно-сульфанольные растворы, сульфатированный щелочной лигнин.

Использование химреагентов для предотвращения образования АСПО во многих случаях совмещается с:

- процессом разрушения устойчивых нефтяных эмульсий;
- защитой нефтепромыслового оборудования от коррозии;
- защитой от солеотложений;
- процессом формирования оптимальных структур газожидкостного потока.

Методы удаления парафиновых отложений

Выбор оптимального способа борьбы с отложениями парафина в скважинах определяется условиями их эксплуатации, особенностями конструкции скважин, способом добычи, свойствами добываемой продукции, а также динамикой изменения состава продукции и временем достижения обводненности 50 % для выбранной схемы разработки

На рисунке 3 представлена классификация устройств для очистки полости трубопровода. Разделители и калибры очень часто используются в различных комбинациях с очистными устройствами при применении различных технологий очистки.

Пенополиуретановые поршни

Используются:

- для опорожнения трубопроводов;
- для выноса воды с пониженных участков трубопровода;
- для очистки от рыхлых отложений.

Могут использоваться также для оценки наличия солеотложений в трубопроводе.

Термическое удаление отложений

Предотвращение отложений АСПО с помощью указанных подходов реализуется путем регулярного или непрерывного нагрева добываемой продукции или призабойной зоны пласта до температур, превосходящих точку начала формирования кристаллов твердых углеводородов в нефти. Для обеспечения этого процесса необходим специализированный источник тепла, который может быть расположен как непосредственно в скважине, так и на устье, например, электронагреватели, индукционные установки для удаления парафина, греющие кабели и прочее оборудование.

Альтернативным решением является прямой электронагрев, при котором насосно-компрессорные трубы (НКТ) и обсадная колонна используются в качестве элементов электрической цепи, обеспечивающих нагрев. Примером является метод "Paratrol", разработанный компанией Production Technologies (США).

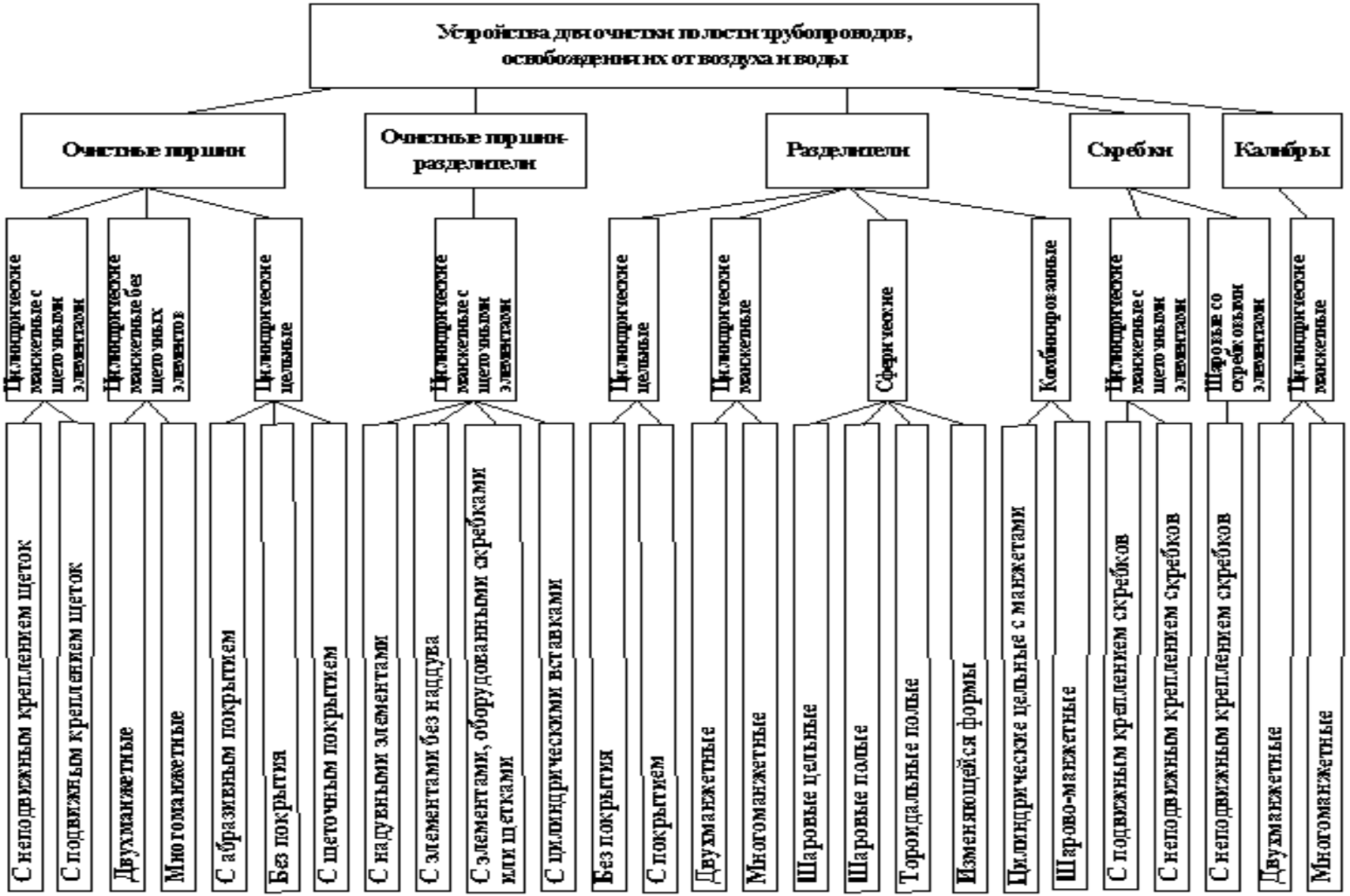


Рисунок 3 – Классификация очистных и разделительных устройств

Термические методы используют свойство парафина переходить в жидкое состояние при температурах свыше 50°С и стекать с нагретых поверхностей. В настоящее время применяются технологии, основанные на использовании:

- Горячей нефти или воды в качестве теплоносителя;
- Насыщенного пара;
- Электрических нагревателей наземного и внутрискважинного исполнения;
- Индукционных нагревателей для подогрева нефти в скважине;
- Химических реагентов, выделяющих тепло в результате экзотермических реакций.

При использовании теплоносителя жидкость нагревается в специальных нагревательных установках (передвижных котельных) и подается в скважину методом прямой или обратной промывки. Обратная промывка предпочтительнее, так как снижает риск образования парафиновых пробок, часто возникающих при прямой промывке.

Основными недостатками этих методов являются значительное потребление энергии, опасность поражения электрическим током и возгорания, а также недостаточная надежность и эффективность применяемых технологий.

Обработка парафина химреагентами

Применение растворителей и растворов ПАВ для удаления уже образовавшихся отложений является одним из наиболее известных и распространенных интенсифицирующих методов в технологических процессах добычи, транспорта, хранения и переработки нефти. Химреагенты могут быть добавлены для повышения эффективности горячих жидкостей. Этот метод, может быть в чём-то уступающий в эффективности механическому удалению, значительно дешевле при применении. Термическое удаление также вовлекает использование парафиновых растворителей и диспергаторов в концентрированной форме. Эти химреагенты добавляются в систему для растворения и диспергирования отложений.

Парафиновые отложения редко будут растворены все, но обычно они превращаются в хлопьеобразное соединение. Диспергенты помогают в этом процессе и держат маленькие частички во взвешенном состоянии в жидкости. Применение растворителей также вовлекает использование жидких газов, таких как бутан. Обогащённая этими компонентами нефть будет повышать растворимость парафина и поможет держать его в растворённом состоянии. Однако и здесь проблема подбора растворителя в конкретных условиях весьма далека от своего разрешения [78, 90-92]. Как правило, подбор растворителей АСПО осуществляется эмпирически. Это связано с недостатком информации об их структуре и свойствах и малой изученностью механизма взаимодействия нефтяных дисперсных систем с растворителями.

Библиографический список:

1. Мищенко И.Т., Абдурашидов С.А. *Предупреждение и удаление асфальтосмолопарафиновых отложений*. – М.: Недра, 1988. – 256 с.
2. Шаммазов А.М. и др. *Технология транспорта и хранения нефти и газа*. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2004. – 568 с.
3. Юфин В.А. *Физико-химические методы борьбы с отложениями парафинов в нефтепромысловом оборудовании*. – М.: Химия, 1985. – 192 с.
4. Леонтьев Д.С., Иванов А.А. "Современные методы борьбы с АСПО в трубопроводном транспорте нефти" // *Трубопроводный транспорт: теория и практика*. – 2020. – № 3(65). – С. 32-38
5. Гумеров А.Г., Хабибуллин Р.А. "Эффективность ультразвукового воздействия на АСПО" // *Химия и технология топлив и масел*. – 2021. – № 2. – С. 45-50.

УДК 622.276.72

Совершенствование геолого-технических мероприятий на Сороченском нефтяном месторождении

Кукольщиков Е. В.
Научный руководитель – Дуркин В. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Целью данной работы являлся совершенствование геолого-технических мероприятий на Сороченском нефтяном месторождении.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать геолого-физическую характеристику продуктивных пластов и пластовых флюидов;
- изучить материалы по состоянию разработки месторождения;
- выполнить литературный обзор по теме исследования;
- выбрать и проанализировать наиболее оптимальный комплекс геолого-технических мероприятий;
- выполнить расчёт;
- сделать выводы;
- дать рекомендации.

Рассмотрим геолого-промысловые данные о месторождении. Сороченское месторождение расположено в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа, в 150 км к юго-юго-западу от г. Нефтеюганска, на границе с Тюменской областью. Месторождение находится на территории двух лицензионных участков: Восточно-Вуемского ЛУ, ООО «Соровскнефть», лицензия ХМН № 14537 НР от 30.07.2008 г. и Восточно-Салымского ЛУ, ОАО «НК «Роснефть», лицензия ХМН № 02145 НЭ от 7.09.2007 г.

Сороченское месторождение открыто в 2002 г. Нефтегазоносность установлена в пластах $АС_{10}$, $БС_6^1$, $БС_7^0$, $БС_7^{0(1)}$, $БС_7^2$, $БС_{10}$ач, $ЮС_0$, $ЮС_2$, $ЮС_4$. Месторождение введено в разработку в 2012 г. В эксплуатации находятся пласты $БС_7^0$, $БС_7^{0(1)}$ и $БС_7^2$, накопленная добыча на 01.01.2014 составляет 299.2 тыс. т.

В соответствии с технологической классификацией нефть Западно-Хоседаюского Нефть сернистая, смолистая, тяжелая (807-845 кг/м^3). Подземные воды напорные, термальные, соленые, практически без сульфатные. Растворенный в грунтовых водах газ-метан. Температура подземных вод на данном участке колеблется в пределах 74 - 83 °С [1].

Таблица 1 – Физические свойства пластовой нефти

Параметры	$АС_4$	$АС_{5-6}$	$БС_8$	$БС_{10}$	$БС_{11}$
Давление насыщения газом $Р_Н$,МПа	8,04	7,45	8,04	9,21	9,02
Газосодержание R, м^3/т	41,7	42,3	41,5	60,5	60,5
Рабочий газовый фактор приусловиях сепарации, м^3/т	31,5	32,5	34,4	51,7	48,24
Параметры	$АС_4$	$АС_{5-6}$	$БС_8$	$БС_{10}$	$БС_{11}$
Объёмный коэффициент	1,117	1,113	1,099	1,178	1,189
Плотность нефти, кг/м^3	824	825	841	799	795
Вязкость нефти, Па·с, ($\cdot 10^{-3}$)	9,14	2	8,14	3,1	1,1

Оценим состояние разработки месторождения. Месторождение введено в разработку в 2012 г. В эксплуатации находятся пласты $БС_7^0$, $БС_7^{0(1)}$ и $БС_7^2$, накопленная добыча на 01.01.2014 составляет 299.2 тыс. т.

В оперативном подсчете запасов представлены пласты $БС_7^2$, $ЮС_{2-3}$ по состоянию изученности на 01.04.2014 г. Последний раз запасы по пласту $БС_7^2$ представлялись на ГКЗ в 2013 г. (ООО «НИИЦ НГТ», протокол №18/755 – пр. от 13.12.2013 г). Запасы по пласту $ЮС_{2-3}$ ранее предоставлялись в 2012 году (ООО «НИИЦ НГТ», протокол №18/565 – пр. от 11.09.2012 г).

Действующим проектным документом на разработку Сороченского месторождения является «Дополнение к технологической схеме разработки Сороченского месторождения», утверждённое протоколом ЦКР Роснедр по УВС № 6395 от 23.12.2021 года.

Основанием для разработки является лицензия: ХМН 16 172 НЭ (регистрация 21 октября 2016 года, выдана до 31 декабря 2067 года) на геологическое изучение, разведку и добычу полезных ископаемых на Восточно-Салымском ЛУ (оператор — «РН-Юганскнефтегаз») [2].

Таблица 2 – Основные показатели разработки

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Значение
1	Режим разработки	Упруго - водонапорный	
2	Система разработки	Рядная	
3	КИН текущий	д.ед	0,22
4	Плотность сетки (действ. скв) $БС_6^1/БС_8$	га/скв	36,6/61,1
5	Отбор от НИЗ	%	24,8
6	Накопленная добыча нефти	тыс.т	9267
7	Добыча нефти всего	тыс.т	2460
8	Добыча жидкости всего	тыс.т	4266
9	Добыча растворённого газа	млн.$м^3$	97,9
10	Средний дебит действующих скважин по нефти	т/сут	71,6
11	Средний дебит действующих скважин по жидкости	т/сут	145,7
12	Средняя обводнённость продукции фонда скважин	%	42,3
13	Средняя приемистость нагнетательных скважин	$м^3$/сут	326,8

Эксплуатация фонда производится механизированным способом с диапазоном ЭЦН от 40 до 1000 $м^3$/сут (ЭЦНКИД-40/DN-3400) и обслуживается сервисным ЭПО ООО «РН-Юганскнефтегаз», начат переход на прокатную схему обслуживания фонда ЭЦН ОП «Новомет-сервис-Нефтеюганск» в июле 2018г. С 01.08.2019 переход на сервисную схему обслуживания ЭЦН ООО «Римера-сервис». С 11.08.2022 переход на сервисную схему обслуживания ЭЦН ООО «Импульс» [1].

Ввиду того, что месторождение находится в начальной стадии разработки и активно разбуривается динамика фонда скважин характеризуется бурным ростом и низкой долей бездействующих скважин. Замедлений темпов не замечено.

Таблица 3 – Фонд скважин по Сороченскому месторождению

Вид фонда	Количество скважин, шт
Эксплуатационный: ▪ нефтяные ▪ нагнетательные	145 116 29
Действующий: ▪ нефтяные ▪ нагнетательные	135 111 24
Бездействующий: ▪ нефтяные ▪ нагнетательные Доля БД – 8,8%	10 5 5

Ключевыми проблемами, возникшими при разработке месторождения, стало высокое серосодержание продукции на объектах АС (высокосернистый). В текущий момент проблема решается ограничением скважин, а также пласты группы АС характеризуются низкой проницаемостью.

На каждом действующем нефтяном месторождении проводятся работы на скважинах, направленные на управление процессом разработки и поддержание запланированных объемов добычи нефти. Эти мероприятия называются геолого-техническими (ГТМ). Благодаря им нефтегазовые компании добиваются выполнения проектных показателей разработки месторождений.

Геолого-технические мероприятия осуществляются на протяжении всей эксплуатации месторождений, однако наибольшая интенсивность наблюдается на поздних стадиях разработки. Особенно важным становится проведение ГТМ на зрелых месторождениях, где происходит снижение уровня добычи и увеличение обводнённости продукции скважин.

Выбор оптимальных геолого-технических мероприятий для каждого нефтяного месторождения является одной из ключевых задач геологической службы компании. Обычно такие мероприятия планируются ежегодно в процессе подготовки бизнес-плана нефтедобывающей организации, после чего ежемесячно корректируются и уточняются.

Классификация ГТМ довольно широка. Выделяют такие мероприятия, как обработка призабойной зоны, приобщение пластов, удаление отложения солей, оптимизация работы скважины, прострел пластов, удаление асфальтосмолопарафиновых отложений, изменение способов эксплуатации, вывод из бездействия и т.д. При этом способы проведения каждого вида ГТМ также делятся на категории в зависимости от применяемых методов.

Решение о проведении ГТМ и его целесообразность зависит от общего состояния скважины, которое определяется с помощью гидродинамических исследований (ГДИС). В большинстве случаев результаты таких исследований показывают, что для повышения производительности скважины необходим комплекс мероприятий, а не какой-то один конкретный вид ГТМ.

Выбор подходящего вида ГТМ для каждой отдельной скважины – задача непростая, поскольку существует несколько возможных решений. Важно понимать, что любое необдуманное вмешательство в эксплуатацию скважины, не подкрепленное расчетами, может повлечь экономические убытки. Эти потери складываются не только из прямых расходов на проведение мероприятия, но и из упущенной выгоды от добычи.

В таблице 4 приведены проводимые ГТМ на месторождении и их результат.

Таблица 4 – Проводимые ГТМ и их результат

Пласт	№ скв.	Дебит нефти до ГТМ, т/сут	Дебит нефти после ГТМ, т/сут	Доп. добыча нефти	Доп. добыча жидкости	Эффективность	Итого затраты на мероприятие, млн. руб.	Вид ГТМ
$БС_{6-1}$	20Г	292	398	7,67	15,35	эфф.	2,176	ОПТ
$БС_{9(1-2)}$	90	39	150	36,09	39,44	эфф.	10,59	ГРП
$БС_{6-1}$	2024Г	0	36	12,86	51,02	эфф.	4,092	ВБД
$БС_{9(1-2)}$	2017Г	163	216	0,07	-11,44	неэфф.	4,287	ОПТ

Проанализировав таблицу 4 можно сделать вывод о том, что самым эффективным ГТМ на Сороченском месторождении является гидравлический разрыв пласта, но он является самым дорогостоящим.

Дебит нефти до ГРП составил 39 т/сут , а после проведения мероприятия 150 т/сут. Мероприятие оказалось эффективным, и позволило увеличить дебит на 111 т/сут [2].

Далее произведем расчёт параметров ГРП для скважины 68В в программном обеспечении «РН-ГРИД».

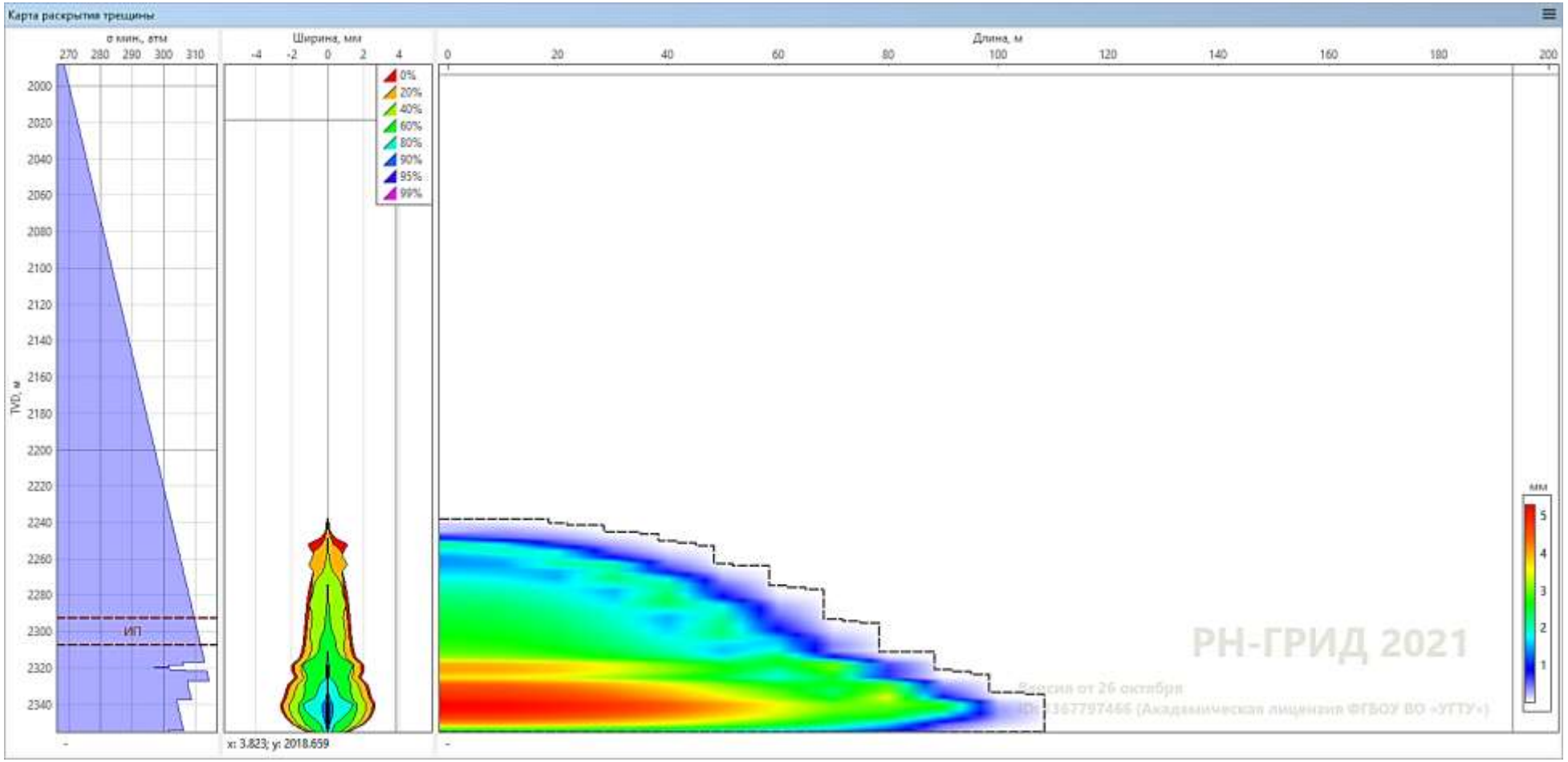


Рисунок 1 – Карта раскрытия трещины

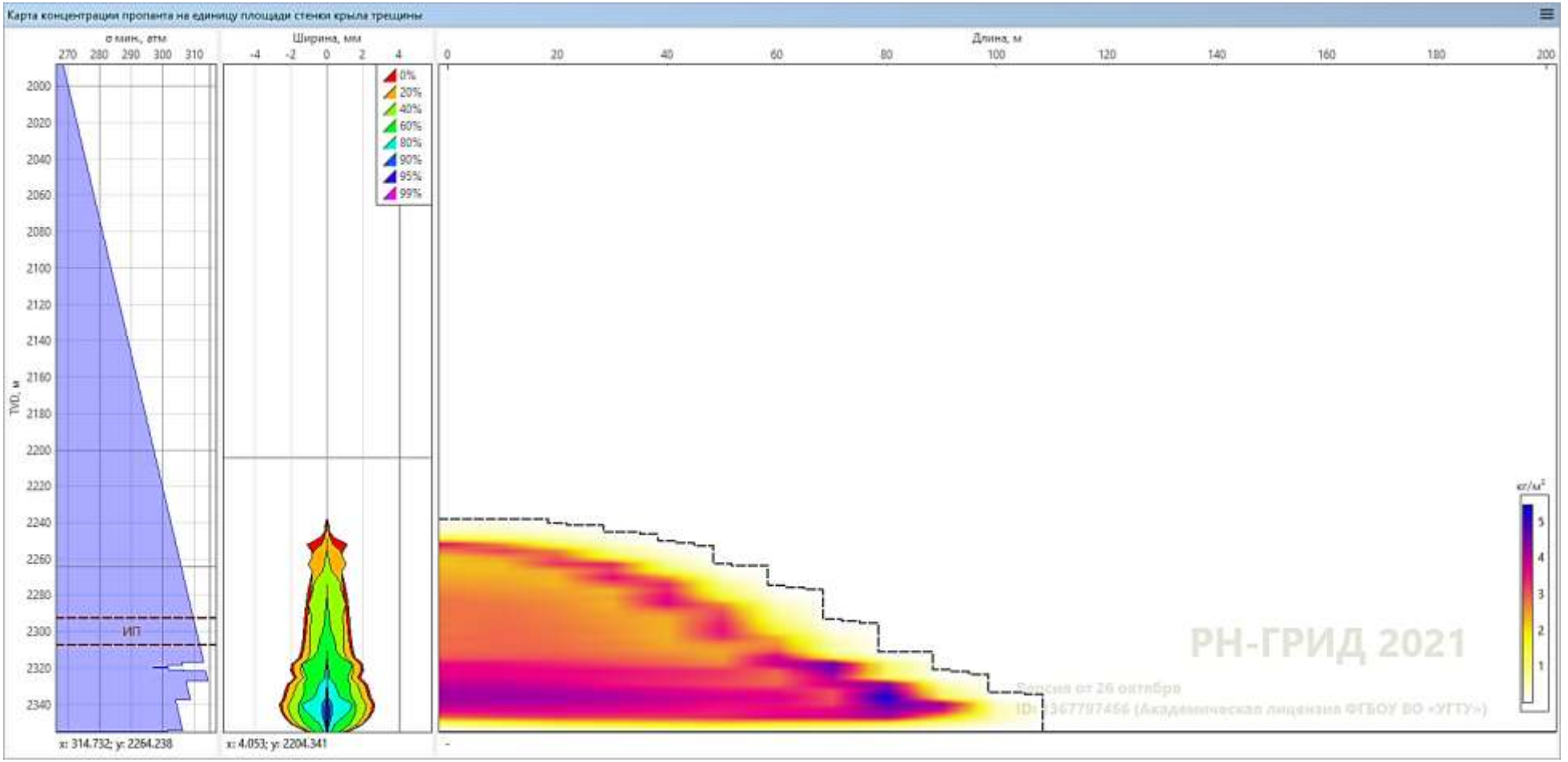


Рисунок 2 – Карта концентрации проппанта

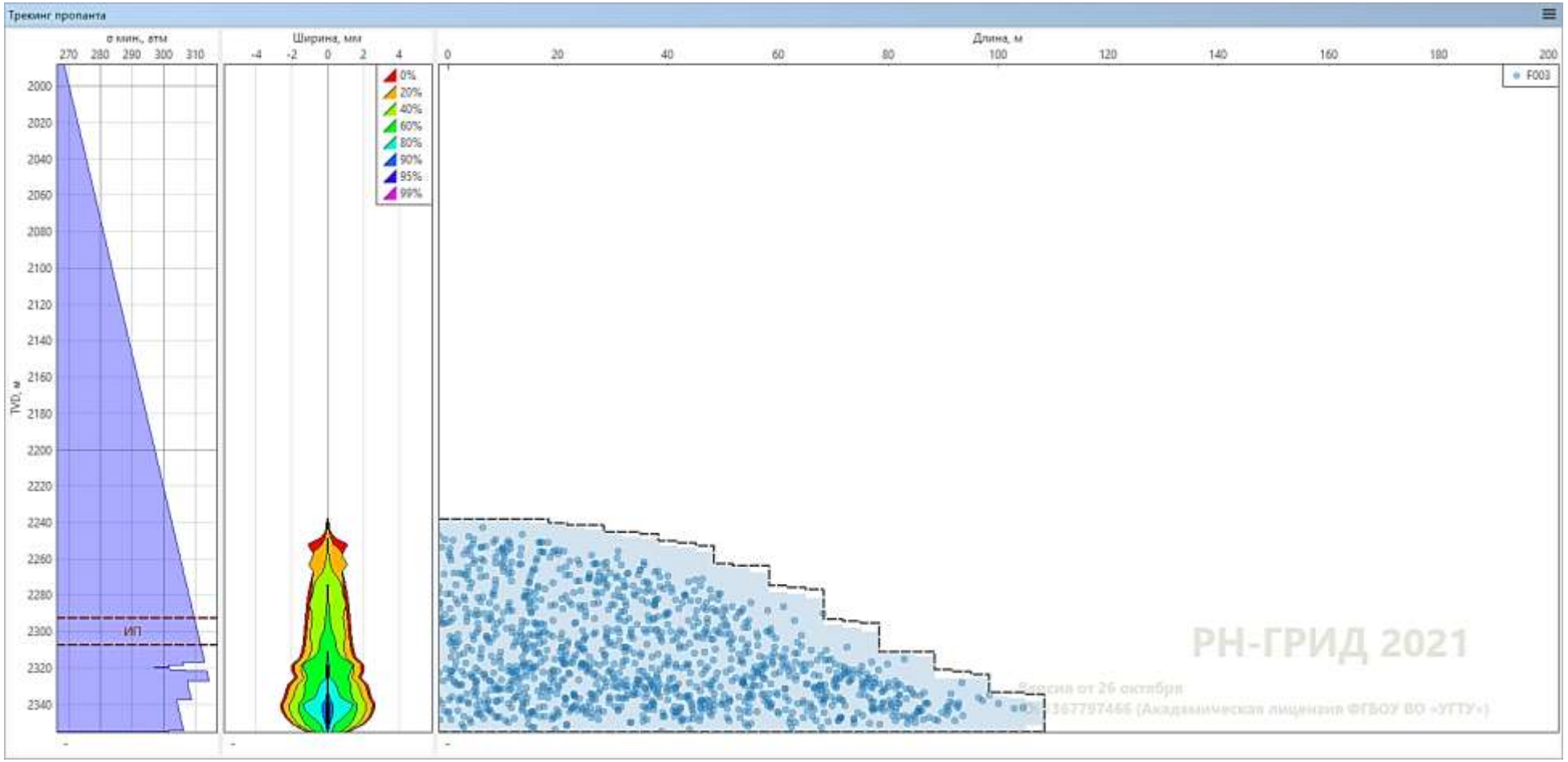


Рисунок 3 – Трекинг проппанта

Основные используемые исходные данные по скважине:

- глубина скважины 2750м;
- интервал перфорации 2648-2663м;
- дебит скважины по нефти до проведения операции ГРП составляет 8,8 т/сут, по воде 2,9 т/сут, по жидкости 12,4 т/сут;
- пластовое давление составляет 10 МПа;
- средняя плотность вышележащих пород $\rho_п = 2500$ кг/м^3;
- мощность пласта h = 15 м.

В ходе работы в программном обеспечении «РН-ГРИД» были получены следующие основные параметры:

- объём трещины – 37, 14 м^3;
- ширина трещины – 11 мм;
- длина трещины – 119 м;
- устьевое давление – 5,2 МПа;
- среднее давление в трещине – 31,6 МПа;
- забойное давление в момент остановки закачки проппанта – 32 МПа.

Далее представлена карта раскрытия трещины; карта концентрации проппанта, трекинг проппанта.

Рекомендации:

- продолжить внедрение технологии ГРП и МГРП на Сороченском месторождении;
- распространить применение бурения боковых стволов с МГРП по другим участкам с низкопроницаемыми коллекторами.

Библиографический список:

1. Авторский надзор за разработкой Соровсокого месторождения, Уфа, 2018.
2. Годовые отчёты по анализу разработки Сороченского месторождения за 2018-2022г. ООО «РН-Юганскнефтегаз».
3. Югов Г. А., Якубович К. Р. Основы работы в симуляторе ГРП "РН-ГРИД" / Югов Г. А., Якубович К. Р. [Электронный ресурс] // https://nauka.rosneft.ru/ : [сайт]. — URL: https://nauka.rosneft.ru/uchebnye-centry/uchebnyj-centr_bashnipi/osnovy-raboty-v-simulyatore-grp-rn-grid/ (дата обращения: 19.04.2025).

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.42

Информационная система для сопровождения процесса проведения государственной итоговой аттестации

Сурай С. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Данная статья является продолжением темы «Информационная система для оценивания выпускных квалификационных работ». Эта тема делиться на несколько этапов разработки. На данный момент их предполагается пять:

I. Анализ предметной области (цели, задачи, очертания границ процесса).
II. Подготовка к написанию системы (составление базы данных, функциональных требований, наброски интерфейсов).
III. Написание системы (функционал секретаря, функционал ГЭК).
IV. Продумывание адаптивности системы для мобильных устройств.
V. Усовершенствование системы (исправление недочётов, корректировка).

Предыдущая статья являлась I этапом разработки. В этой статье будет рассматриваться как проходил II этап.

Цель: завершить II этап разработки системы.

Инструменты: приложения Visual Studio Code, PostgreSQL и Paradigm.

На I этапе разработки были составлены DFD-диаграмма для более понятного анализа процесса. Она делилась на нулевой и первый уровни. На нулевом уровне был представлен общий вид всего процесса, а на первом производилась декомпозиция: более подробное описание процесса.

С помощью этих диаграмм были определены первые функциональные требования, а следовательно, будущий объём работы. Также, отталкиваясь от диаграмм, был сделан первый набросок логической модели базы данных.

1) Функциональные требования

Функциональные требования, написанные на I этапе разработки были слишком расплывчатые и не конкретизированные, поскольку они нужны были лишь для того, чтобы отчертить границы процесса. Из-за чего, данные требования были пересмотрены, чтобы они были более конкретными и понятными.

Система должна выполнять следующие функции:

- предоставлять инструменты по вычислению:
  - средней оценки по всем критериям по конкретному члену ГЭК;
  - средней оценки по всем членам ГЭК;
  - количества студентов, защитившихся на 5;
  - процентного соотношения студентов, получивших 5;
  - количества студентов, защитившихся на 4;
  - процентного соотношения студентов, получивших4;
  - количества студентов, защитившихся на 3;
  - процентного соотношения студентов, получивших 3.
- выполнять формирование необходимых отчётных форм.

Функциональные требования относящиеся к конкретному участнику комиссии (включая секретаря):

- секретарю:
  - добавление/правка списков: членов ГЭК, сотрудников (научные руководители и консультанты), групп, студентов;
  - добавление/правка данных о: ролях, должностях, учёных степенях и званий;
  - добавление/правка критериев для оценивания;

- добавление/правка материалов ВКР: диплом, презентация, отзывы;
- формирование отчётных форм.

• члену комиссии:

- оценивание ВКР;
- добавление вопросов ВКР.

• председателю комиссии:

- оценивание ВКР;
- добавление вопросов ВКР;
- формирование отчёта о работе ГЭК.

2) Разработка логической модели базы данных

Логическая модель базы данных, написанная на предыдущем этапе разработки, была сильно изменена (Рисунок 1): добавилось 11 новых сущностей (таблиц) [1], которые углубляли и чётче отображали суть данной темы.

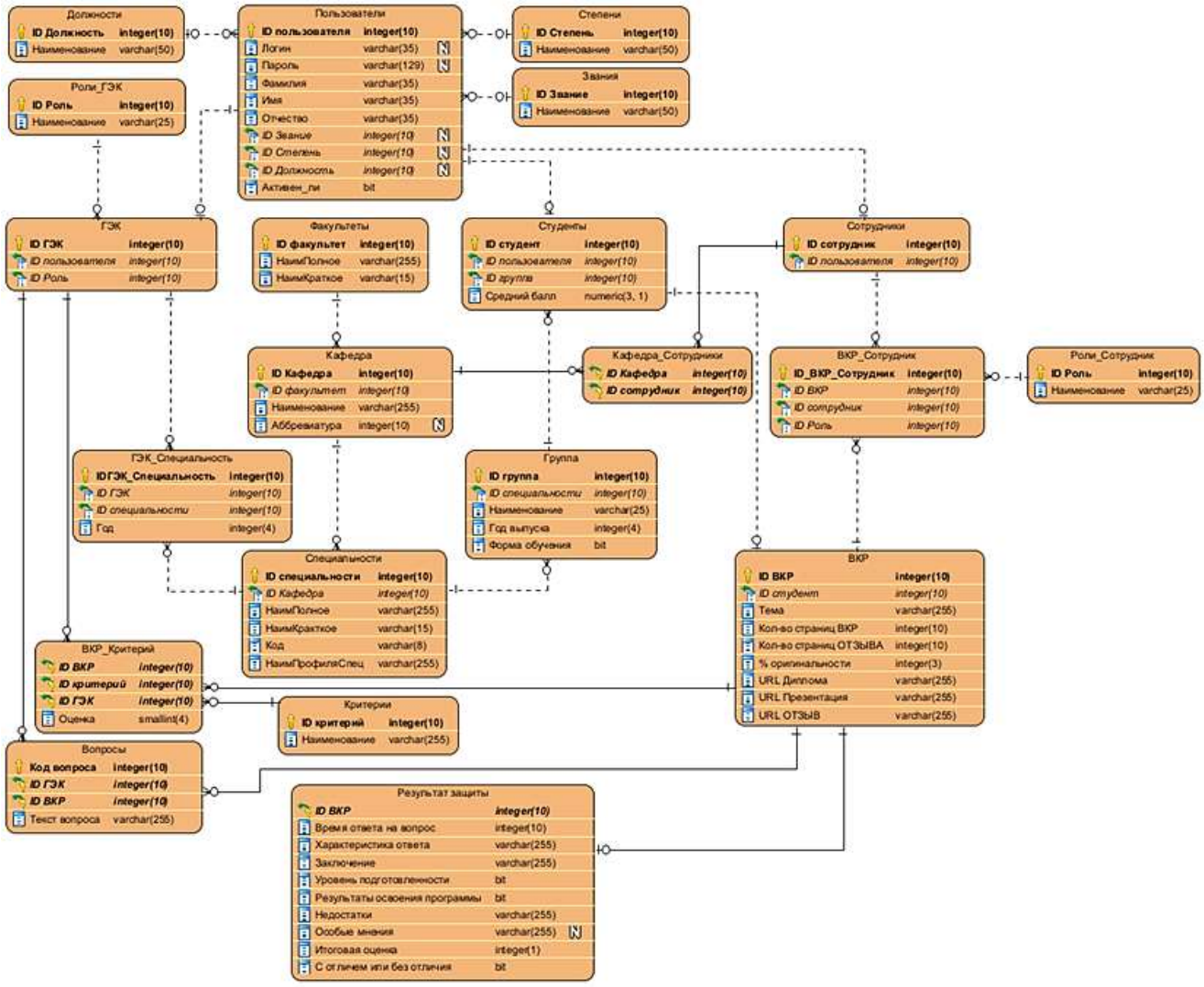


Рисунок 1 - Логическая модель БД

Самые важные изменения:

• добавлена таблица «Пользователи», которая объединяет таблицы «ГЭК», «Студенты» и «Сотрудники», так как те обладают несколькими общими атрибутами;

• добавлена таблица «Кафедра», которая связывает сотрудников;

• добавлена таблица «Результаты защиты», которая хранит в себе атрибуты, соответствующие полям в протоколе заседания ГЭК (которые не вошли в «ВКР»).

База данных уже написана на СУБД PostgreSQL, созданы вспомогательные функции и процедуры, и БД заполнена данными.

3) Техническое задание и проект

В рамках дисциплины «Разработка и анализ технической документации» за 5 семестр были составлены техническое задание и проект. Данные материалы проверены и одобрены преподавателем.

4) Интерфейсы

Интерфейсы делились на 2 части: интерфейс ГЭК (Рисунок 2 - Рисунок 3) и интерфейс секретаря (Рисунок 4 - Рисунок 6) [2]. Рассмотрим все подготовленные интерфейсы:

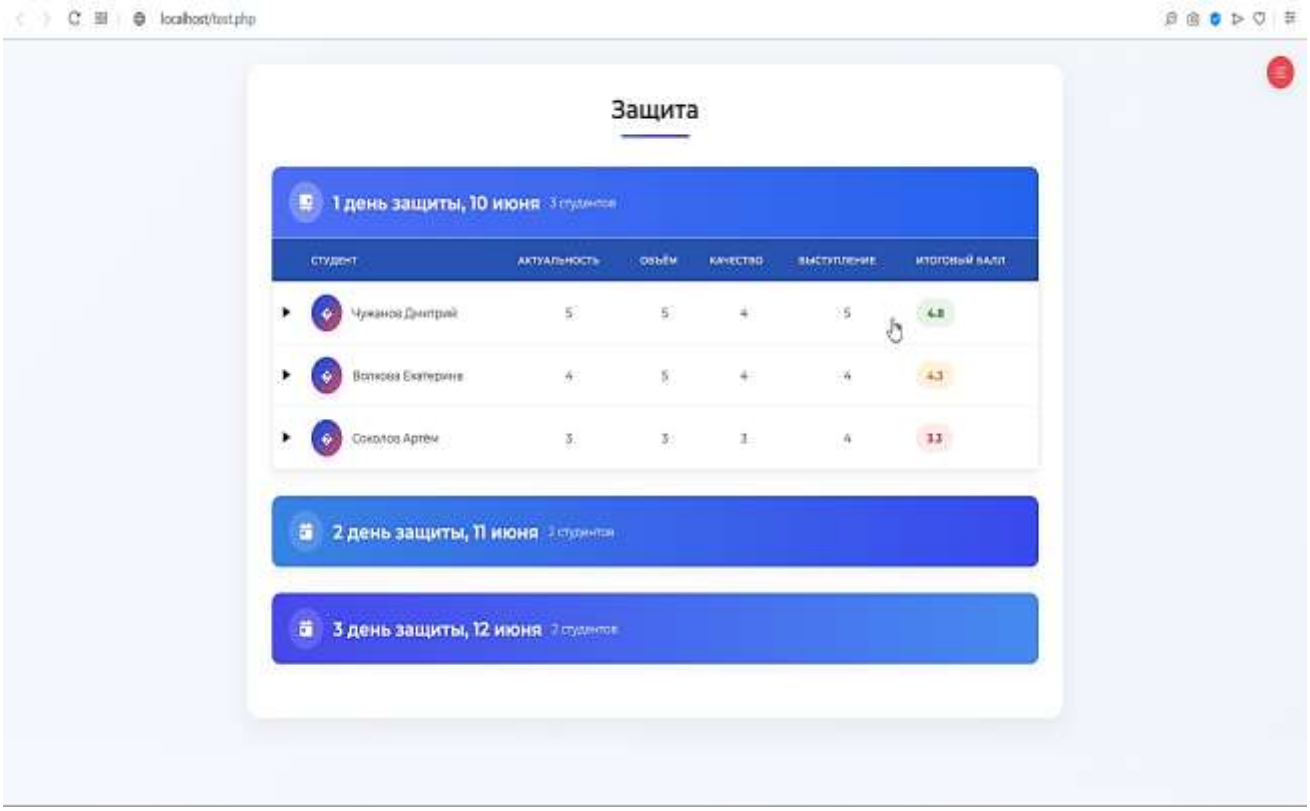


Рисунок 2 - Главная страница ГЭК

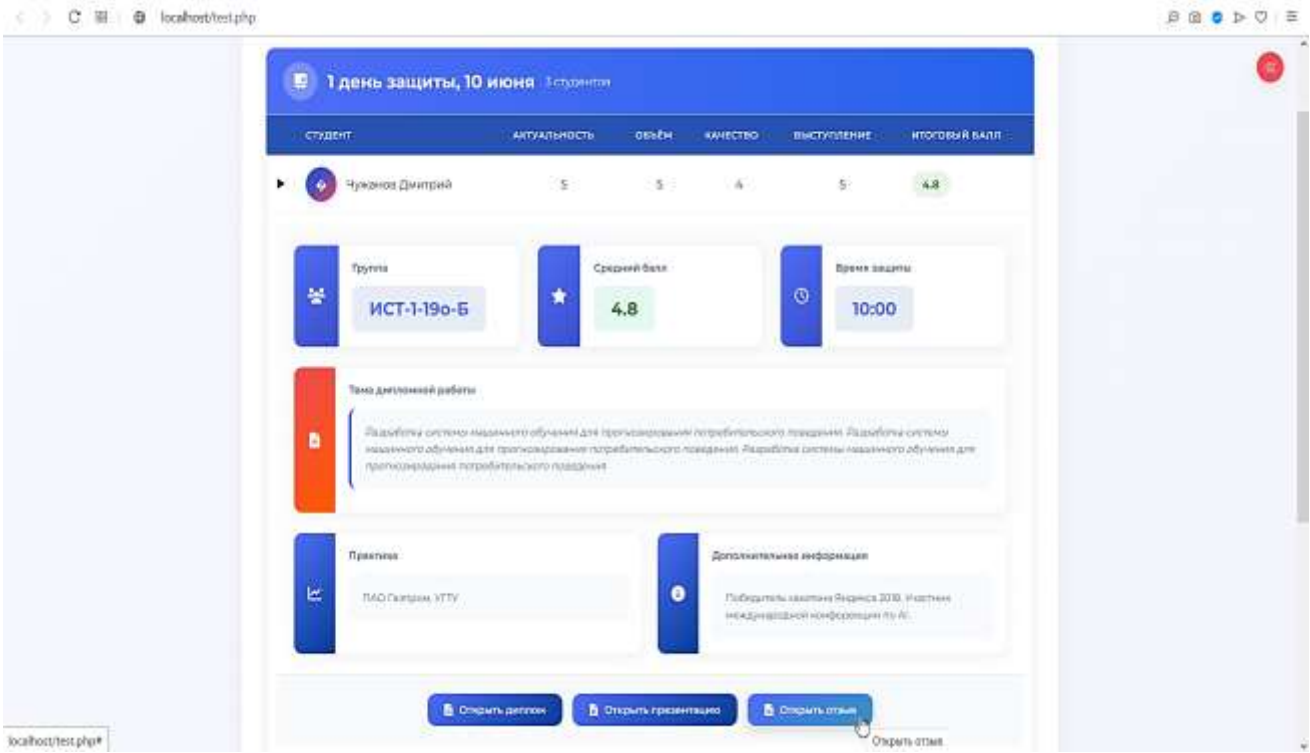


Рисунок 3 - Главная страница ГЭК. Информация студента

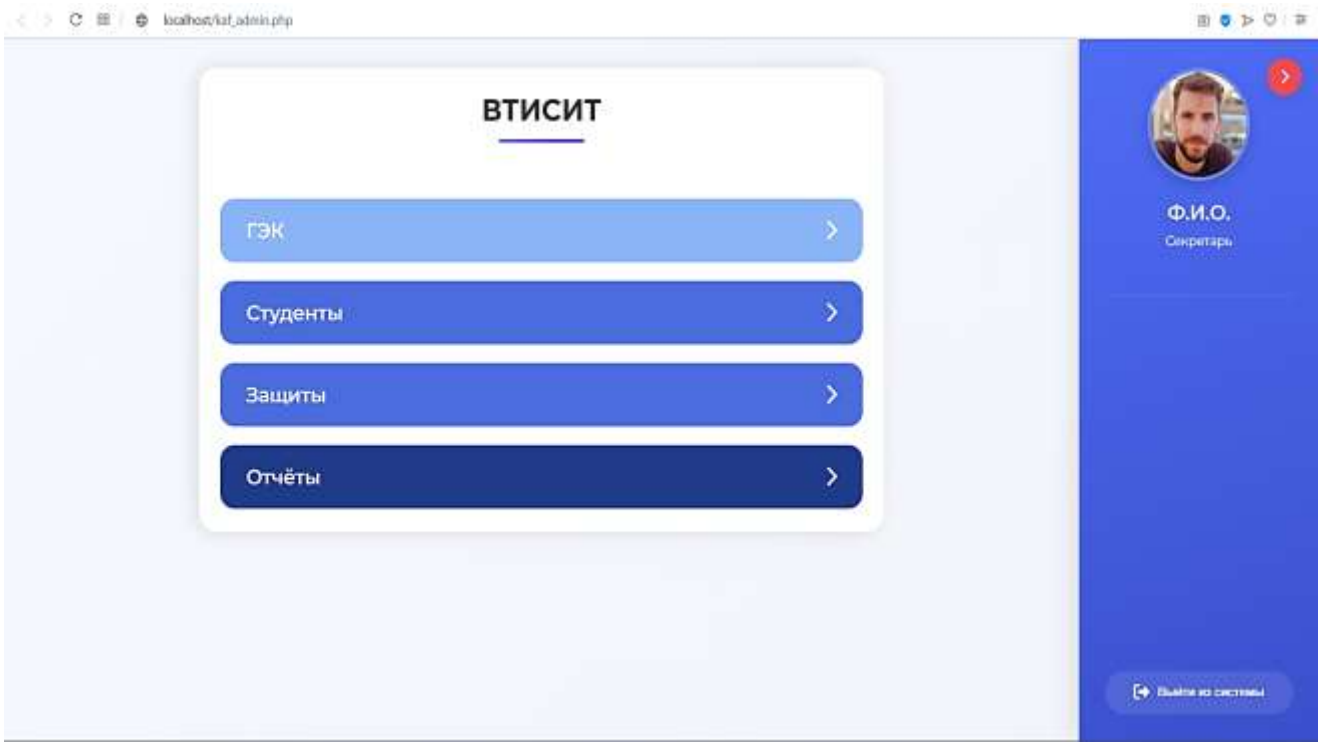


Рисунок 4 - Главная страница секретаря

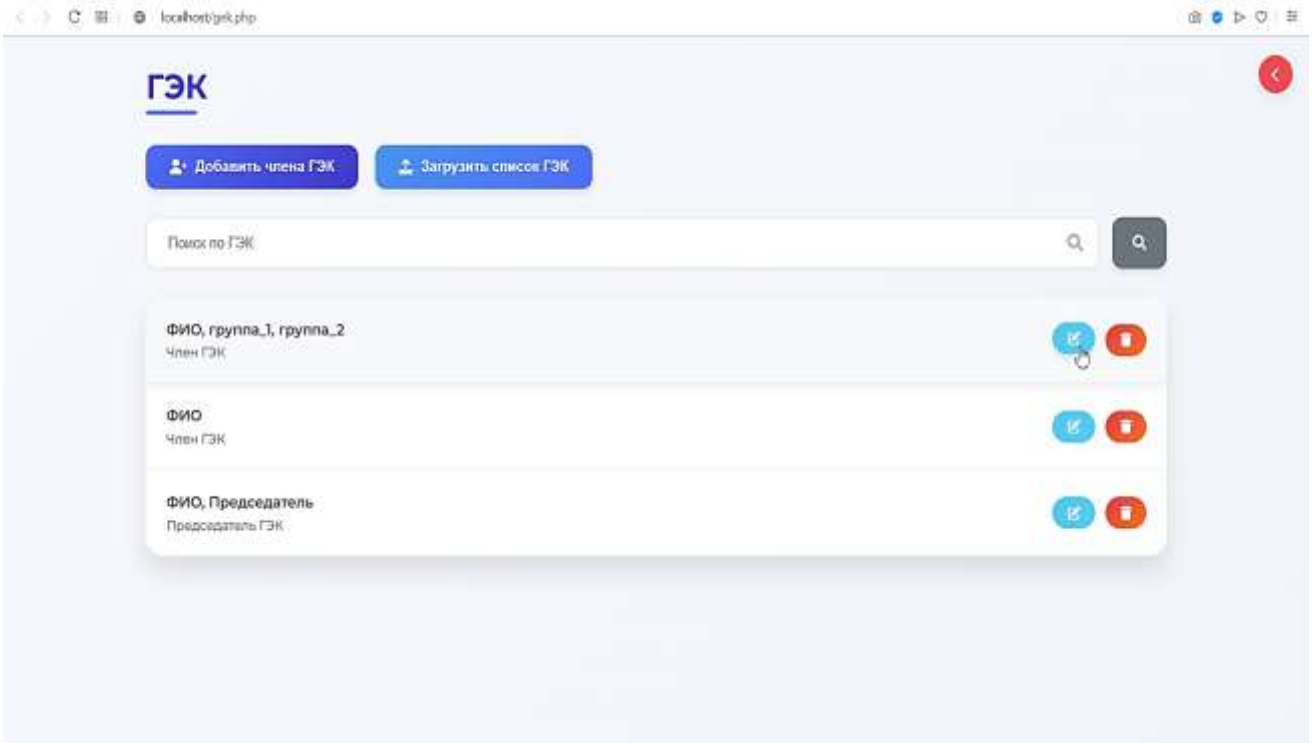


Рисунок 5 - Интерфейс секретаря. Добавление ГЭК

Заключение

Данная работа является продолжением темы «Информационная система для оценивания выпускных квалификационных работ», которая была представлена в 2024 году. Результаты II этапа заключались в:

- подготовлены функциональные требования;
- написано техническое задание и проект;
- спроектирована база данных и заполнена данными;
- спроектирована часть интерфейсов.

Дальнейшее развитие заключается в доработке рассмотренного интерфейса, а также в расширении бизнес-процесса от подачи студентом заявления на ВКР до подготовки всех документов, содержащих результаты работы государственной экзаменационной комиссии. На следующем этапе будет делаться упор на разработку функционала секретаря.

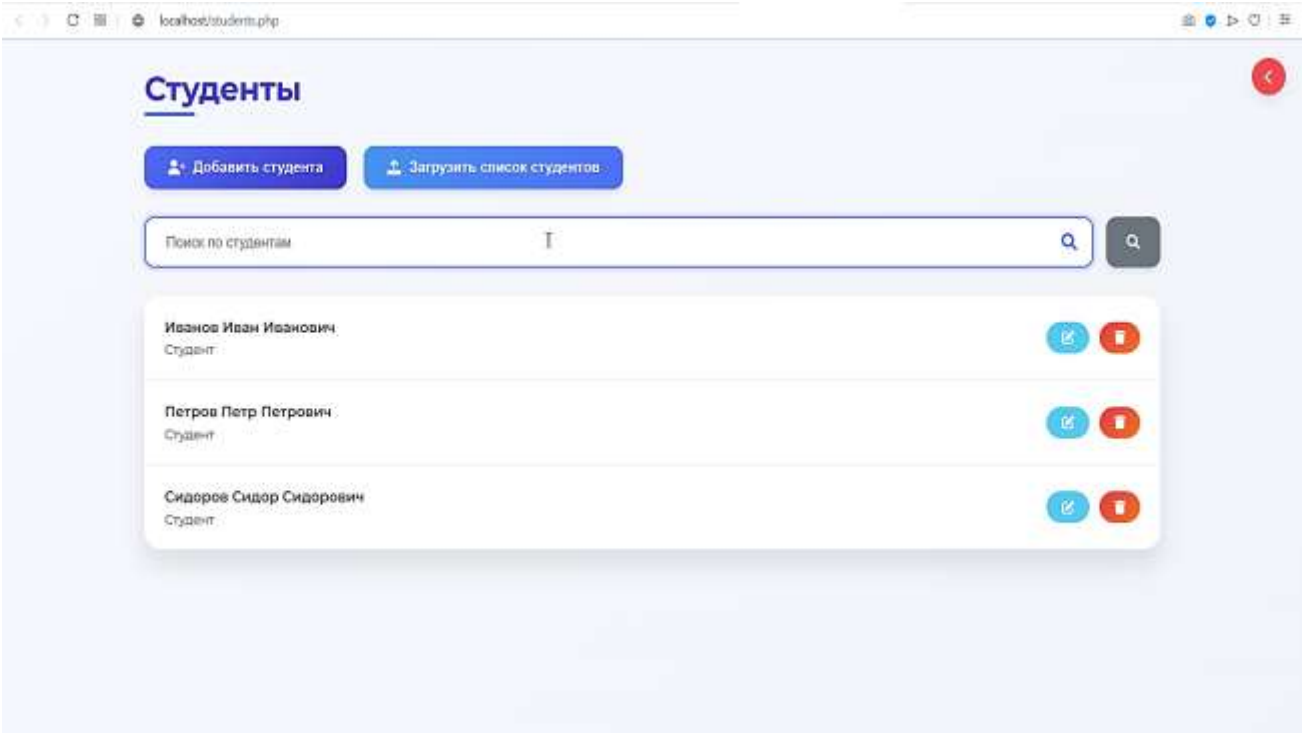


Рисунок 6 - Интерфейс секретаря. Добавление студента

Библиографический список:

1. Моделирование данных в СУБД (Электронный ресурс] // AppMaster [сайт] URL https://appmaster.io/ru/blog/modelirovanie-dannykh-v-rdbms#logicheskoe-modelirovanie-dannykh (дата обращения 20.12.2024)
2. Уэйншенк С. 100 главных принципов дизайна. Как удержать внимание / Уэйншенк С. - Издательство Питер, 2012. – 282 с.

УДК 004.04

Автоматизированная система ведения журнала приема и выполнения заявок от населения контролерами службы учета и реализации МУП «Ухтаводоканал»

Шамарин И. А.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Жизнь современного человека неразрывно связана со сферой жилищно-коммунального хозяйства (далее - ЖКХ). Система ЖКХ создает комфортные условия проживания граждан, поддерживает их здоровье, а также обеспечивает всеми необходимыми ресурсами. Кроме того, она играет важную роль в работе многих организаций, в облагораживании территории, зданий и так далее.

Для бесперебойной работы систем ЖКХ существует множество организаций, приоритетными задачами которых является поддержание работоспособности системы жизнеобеспечения, а также своевременное принятие мер по устранению неполадок и неисправностей. К таким организациям могут относиться как государственные, так и муниципальные предприятия, акционерные общества, хозяйственные товарищества, а также

другие. По мимо этого таким организациям нужно своевременно принимать заявки на проведения различных работ от потребителей, к примеру: установка нового оборудования, подключение помещения к системе ЖКХ и так далее.

За выполнение заявок от населения, работ по установке оборудования, ремонта и подключения к системе ЖКХ отвечают контролеры организаций. Работа контролеров определяется вышестоящими лицами, которые составляют для них журнал работ. Эффективность работы контролера во многом зависит от того, как составлен его журнал.

Ответственными за выполнение и прием заявок от населения учреждения «Ухтаводоканал» являются сотрудники службы управления и реализации (далее - СУиР). Кроме того, служба проводит профилактические работы, а также снятия показаний с приборов учета. Работа осуществляется исключительно по приборам счетчиков холодного водоснабжения.

На данный момент свою работу контролеры СУиР осуществляют исходя из графика журнала приема и выдачи заявок от населения. Каждый контролер службы имеет собственный журнал, который ведется в период от 2 до 3 месяцев. Журналы заполняются вручную инженерами и техником службы, из этого вытекают следующие проблемы:

1. Проблемы текущего формата журнала - каждый контролер имеет свой собственный бумажный журнал, каждый из которых заполняется вручную. Этот долгий и монотонный процесс, в котором легко можно совершить ошибку. Кроме того, текущий формат журнала делает его неудобным как для заполнения и использования, так и для чтения и анализа.

2. Сложности процесса распределения работ - на данный момент распределением работ для контролеров занимаются инженеры службы. Им проходиться учитывать множество факторов, обращаться к иным документам и расписаниям, прежде чем назначить дату выполнения и исполнителя. Такой процесс не быстр, отнимает много сил и времени, в нем легко совершить ошибку, которая может привести к беспорядку в работе контролера.

3. Отсутствие возможности быстрого принятия решений - граждане могут самостоятельно подавать заявки на выполнение работ, они указывают удобную для себя дату и время для встречи с контролером. При приеме заявки необходимо учитывать это, и дать скорый ответ на поданный запрос. Иногда работник не может моментально принять решение, что усложняет взаимодействие с потребителем.

4. Проблема отсутствия быстрого изменения решений - заполнение журнала и распределения работ – это долгий процесс. В случаи если работа переноситься или отменяется, необходимо заполнить появившееся окно, что делать вручную будет долго и трудоемко.

Автоматизация процесса ведения журнала контролера призвана решить вышеперечисленные проблемы.

Таким образом можно с уверенностью сказать, что автоматизация процесса ведения журнала процесса и выполнения заявок является актуальной.

Для выполнения этой задачи необходимо учитывать некоторые особенности в работе и распределении обязанностей в службе.

Изучив материалы опросов работников учреждения, было выявлено, что основными лицами, участвующими в процессе ведения журнала приема и выполнения заявок от населения, являются:

- Инженер, отвечающий за прием заявок от потребителей и их запись в журнал, а также принятие работы исполнителя в исключительных случаях;
- Техник, который отвечает за составление расписания транспорта для контролера, оформление журнала, а также принятия работы исполнителя;
- Контролер, который является исполнителем заявок, а также отчитывается за их выполнение.

Кроме того, были разобраны процессы формирования заявки, назначения даты и времени ее выполнения, назначения исполнителя, составления графика транспорта службы, записи заявки, подготовки к работе контролера, а также подтверждения факта выполнения заявки. Разберем данные процессы подробнее:

1 Процесс формирования заявки

Потребитель оставляет заявку на выполнение работ. Сделать он это может множеством способов, например, по номеру мобильного телефона, при помощи официальной электронной почте предприятия, через портал госуслуг ГИС ЖКХ и так далее.

Из заявки инженер узнает адрес, по которому необходимо провести работу, прибор учета, данные потребителя в том числе контактные, вид проводимых работ.

2 Процесс назначения даты, времени и исполнителя заявки

Для проведения работ инженеру службы необходимо определить платную дату и время выполнения работ, а также назначить контролера на роль исполнителя. Время выполнения заявки необходимо согласовать с потребителем, так как он должен присутствовать во время проводимых работ, а также самостоятельно подтвердить факт удовлетворительного выполнения заявки.

Для этого инженер обращается к потребителю, с которым они согласовывают дату выполнения заявки. При этом необходимо учитывать рабочее время контролера, именно: с 8:00 до 12:00 и с 13:00 до 16:00.

Далее инженер обращается к журналу контролера, на участке которого будут проводиться работы. Если в журнале не будет отметки об отсутствии контролера в необходимый день, а также число его заявок не будет превышать дневную норму в 9 заявок, тогда инженер сообщает ближайшее время приезда контролера для выполнения заявки. Если потребителя устроит оно будет устраивать, тогда инженер назначает дату, время, а также контролера для выполнения заявки.

Если контролер, по участку которого подана заявка, не будет присутствовать на рабочем месте в выбранный день или число его заявок на день будет максимальным, тогда инженер назначает исполнителем работника другого участка, так же исходя из записей журнала.

В редких случаях контролеры службы не смогут выполнить заявку в назначенный срок, тогда инженер договаривается с потребителем о выполнении заявки в другой день.

3 Процесс составления графика транспорта службы

В случаях если заявка оформляется на адрес за пределами города Ухта, инженер назначает для исполнителя транспортное средство, которое доставит его до адреса, указанного в заявке.

Машина может быть назначена любому контролеру с 8:00 до 12:00, вне зависимости от того, к какому участку относится населенный пункт. Однако инженер не назначает выезд в поселок городского типа Озерный, так как один из контролеров закреплен за этим участком и исполняет заявки в первую очередь по нему. Так же необходимо учитывать, что выезд машины по заявкам осуществляется с 1 по 19 число каждого месяца, в этом случаи на одной машине выезжают два контролера, число их заявок на день возрастает с 9 до 15. Выполнение заявок осуществляется двумя контролерами единовременно, в акте об исполнении работ так же указываются 2 исполнителя. Так же в журнале каждого из контролеров исполнителями обозначены двое контролеров. В период с 20 числа текущего и 1 следующего месяца машина осуществляет поездки только по работам, связанным со сдачей показаний счетчиков холодного водоснабжения.

Если для выполнения заявки исполнителю необходимо транспортное средство, инженер записывает на ближайшую дату выезда автомобиля исполнителя, при этом дата выполнения заявки ставится с учетом дня выезда контролера.

Далее техник распределяет выезды машины в равном количестве за месяц между контролерами, отменяет поездки, если на день выезда машины не было назначено исполнителей.

4 Процесс записи заявки

После определения всех данных, инженер записывает заявку в журнал контролера, который был назначен ее исполнителем.

Журнал имеет следующую структуру:

Каждая страница обозначает отдельный рабочий день контролера и имеет дату, день недели и время выполнения работ по заявкам;

Далее на странице обозначены Ф.И.О. инженера, выдавшего заявку, Ф.И.О. исполнителя, получившего ее, а также ее дату и время выдачи;

Все заявки заполняются в таблицу, которая имеет следующие столбцы:

- Адрес заявки, куда записывается не только адрес, но также номер контактного телефона потребителя;
- Примечание;
- Вид работы;
- Время выполнения заявки;
- Отметка об исполнении.

После заполнения заявки в журнал контролера, инженер дублирует информацию в систему 1С учреждения. Он создает новый документ в заявках контролера, заполняет данные потребителя, прибора учета, по которому ведутся работы, назначает исполнителя и дату исполнения заявки. Данные о клиентах и их приборах учета уже хранятся в системе 1С, как и записи о контролерах и их участках работ. На сегодняшний день инженер обязан дублировать всю информацию о заявках, потому как свою работу контролеры осуществляют, используя как журнал, так и систему 1С учреждения.

5 Процесс подготовки к работе контролера

Контролер в начале рабочего дня просматривает заявки на текущий день в печатном журнале. Перед выполнением заявок контролеры выпускают из 1С акты, соответствующие видом их заявок. Далее контролер приступает к своим рабочим обязанностям. Последовательность выполнения заявок не определяется, организация не ставит приоритеты между обращениями, поэтому исполнитель самостоятельно выбирает маршрут совей работы.

6 Процесс подтверждения факта выполнения заявки

После окончания работы контролер обращается к потребителю, оставившему заявку. В случаи если потребитель удовлетворен проведенной работой, он подписывает акт, тем самым подтверждая факт выполнения заявки.

Контролер обязан сохранить при себе акты о выполнении работ до начала следующего рабочего дня. Далее подписанные акты сдаются технику, который делает пометки в журнале контролера о выполнении заявки. Если на рабочем месте возникают сложности или во время работ было обнаружено нарушение эксплуатации оборудования потребителем, тогда работу принимает инженер, он самостоятельно подписывает заявку и отмечает ее в журнале как выполненную.

Далее рассмотрим уже готовые программные решения, которые подходят для автоматизации процесса. По ходу работы была составлена таблица сравнения аналогов (Таблица 1).

Все описанные в таблице решения позволяют лишь частично автоматизировать процесс ведения журнала приема и выполнения заявок контролера.

В ходе работы была детально изучена предметная область объекта автоматизации, были выделены основные пользователи системы, основные процедуры автоматизации. Кроме того, была проведена работа по обзору аналогов, в ходе которой выяснилось, что на данные момент готового решения, которое бы полностью автоматизировала процесс, нет. Что еще раз говорит о необходимости построения собственной системы.

Таблица 1 – Сравнение аналогов

Критерии оценивания	ITSM 365 Support	HappyDesk	Стек-Контролер
1	2	3	4
Формирование заявки с учетом необходимых данных	+	+-	+
Потребитель	+	+	+
Дата подачи заявки	+	+	+
Дата выполнения заявки	+	-	+
Исполнитель	+	+	+
Вид работ	+	-	+
Изменение статуса заявки	+	+	+
Назначение исполнителя работ с учетов следующих данных	+	-	+
Занятость контролера в выбранный день заявки	+	-	+
Участок работ контролера	-	-	+
Загруженность контролера	-	-	+
Возможность установки и настройки максимального количества исполняемых заявок на день	-	-	+
Создание расписания транспорта с учетом необходимых данных	-	-	-
Дата выезда	-	-	-
Назначенный контролер	-	-	-
День недели	-	-	-
Возможность печати актов о выполнении работы	-	-	+
Интеграция с системой 1С	+	-	-
Автоматизация создания работ в журнале контролера	-	-	+
Создание отчетностей по работе исполнителей	+	+	+
Создание отчетности о работе исполнителей с учетом фильтров и настроек	+	+	+

Библиографический список:

1. ITSM 365. SUPPORT мануал [Электронный ресурс]. - https://itsm365.com/documents_rus-/web/ITSM_manual.htm (дата обращения 22.03.2025)
2. Happydesk Руководство пользователя [Электронный ресурс]. - https://support.portal.happ-ydesk.ru/knowledge (дата обращения 22.03.2025)
3. Автоматизация работы службы контролеров Стек-контролер [Электронный ресурс]. – https://stack-it.ru/avtomatizacziya-raboty-kontrolerov/ (дата обращения 22.03.2025).

УДК 004.9

Повышение эффективности работы кураторов в высших учебных заведениях за счёт внедрения автоматизированных систем управления

Романовский Д.
Научный руководитель – Смирнов Ю. Г.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. В современном образовательном процессе кураторы играют ключевую роль, обеспечивая не только учебную, но и воспитательную деятельность студентов. Однако ручное управление данными, такими как списки студентов, планы мероприятий и отчёты, снижает эффективность их работы. В данной статье рассматривается возможность повышения эффективности деятельности кураторов через автоматизацию внутренних процессов на примере разработки системы «Стол куратора» для Ухтинского государственного технического университета (УГТУ). Анализируются преимущества автоматизации, включая сокращение временных затрат, минимизацию ошибок и улучшение взаимодействия между участниками образовательного процесса.

Введение

Согласно законодательству Российской Федерации, кураторы в университетах выполняют не только учебные, но и воспитательные функции. Однако с ростом объёмов данных ручное управление информацией становится неэффективным, что приводит к ошибкам и потере времени. Автоматизация процессов, связанных с работой кураторов, является актуальной задачей, позволяющей оптимизировать управление данными и повысить качество работы.

Цель работы разработать автоматизированную систему, которая позволит:

- Упростить учет посещаемости студентов.
- Автоматизировать планирование мероприятий и формирование отчетов.
- Обеспечить безопасное хранение персональных данных.

Проблема усугубляется несколькими факторами:

- Рост количества студентов при сохранении прежнего числа кураторов
- Увеличение объёма отчётной документации
- Необходимость оперативного реагирования на запросы администрации
- Требования к персонализации воспитательной работы

Объектом внедрения системы является Ухтинский государственный технический университет (УГТУ). В ходе анализа выявлены следующие проблемы:

- Отсутствие единой системы для управления данными кураторов.
- Дублирование информации и ручной ввод данных.
- Неэффективное взаимодействие между участниками образовательного процесса.

Для моделирования процессов использованы DFD-диаграммы (Рисунок 1, Рисунок 2), которые позволили определить границы системы и её взаимодействие с внешними сущностями (кураторы, администрация).

Диаграмма детализирует основные функции системы:

Управление планами мероприятий:

- Создание, редактирование и утверждение планов кураторских часов.
- Автоматическое напоминание о предстоящих мероприятиях.

Учёт посещаемости:

- Фиксация присутствия студентов.
- Формирование статистики для анализа.

Формирование отчётов:

- Автоматическая генерация отчётов по мероприятиям и посещаемости.
- Экспорт данных в требуемые форматы (Excel).

Система взаимодействует с внешними сущностями:

- Кураторы: ввод и редактирование данных.
- Администрация: запросы на отчёты и аналитику.

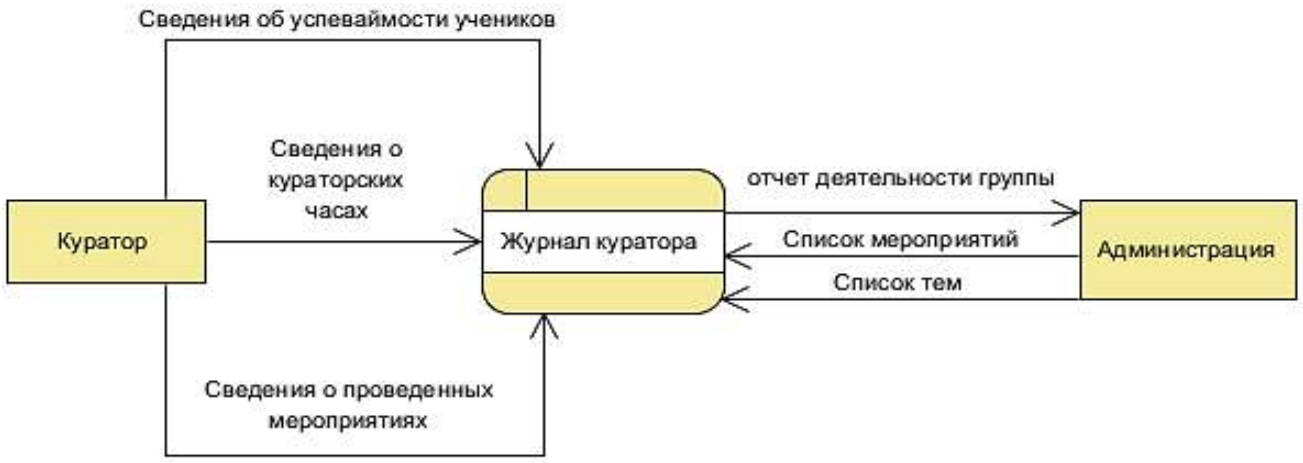


Рисунок 1 — DFD-диаграмма "Как есть" и "Как будет"

Методология исследования

В основу разработки концепции автоматизации положен процессный подход, включающий следующие этапы:

Анализ существующих бизнес-процессов:

- Картирование рабочих процессов кураторов
- Хронометраж выполнения типовых операций
- Выявление "узких мест" и дублирующих функций
- Проектирование автоматизированной системы:
- Разработка архитектуры решения
- Определение функциональных требований
- Прототипирование пользовательского интерфейса
- Оценка эффективности:
- Расчёт потенциального временного выигрыша
- Оценка рисков внедрения
- Методы и подходы

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие шаги:

Анализ существующих процессов: выявлены основные проблемы, такие как дублирование информации, ошибки в данных и значительные временные затраты.

Определение требований к системе: разработаны функциональные и нефункциональные требования, включая безопасность персональных данных.

Проектирование системы: создана структура базы данных для хранения информации о студентах, планах мероприятий и отчётах.

Результаты

Внедрение системы «Стол куратора» позволит достичь следующих результатов:

Сокращение временных затрат: автоматизация формирования отчётов и планов мероприятий уменьшит рутинную нагрузку на кураторов.

Улучшение качества данных: минимизация ошибок за счёт исключения ручного ввода информации.

Повышение эффективности взаимодействия: улучшение коммуникации между кураторами, студентами и администрацией.

Например, автоматизация учёта посещаемости и формирования отчётов может сократить время выполнения этих задач на 30–50.

Заключение

Автоматизация процессов работы кураторов является важным шагом к повышению эффективности образовательного процесса. Система «Стол куратора» не только оптимизирует управление данными, но и способствует улучшению качества воспитательной работы. Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию системы с другими университетскими сервисами, такими как электронное расписание или библиотечные ресурсы, для создания единой цифровой образовательной среды.

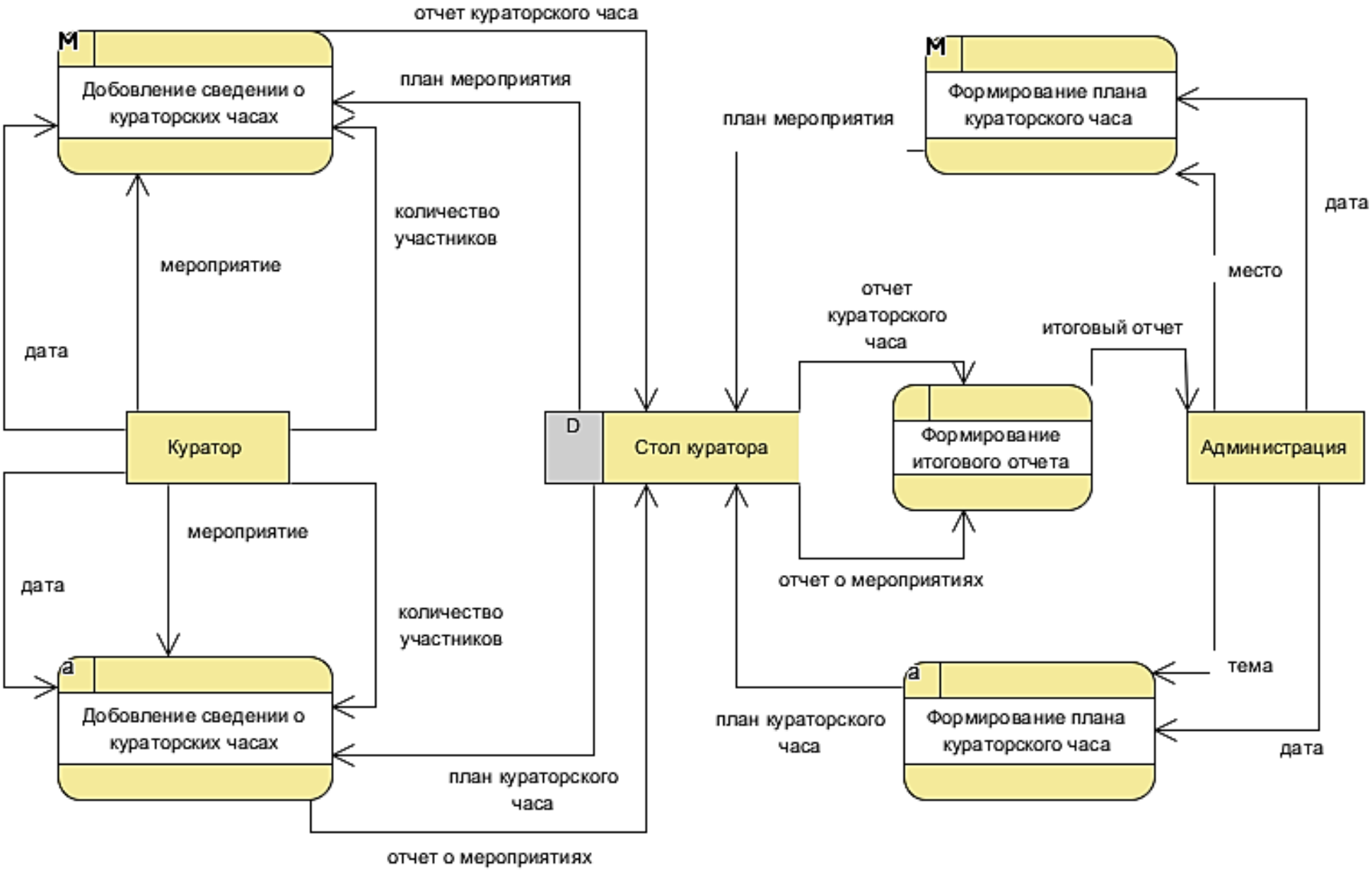


Рисунок 2 — Декомпозиция процесса "Стол куратора"

Библиографический список:
1. Братищенко В.В. Автоматизация управления учебным процессом в ВУЗЕ. Опыт разработки, внедрения и эксплуатации [Электронный ресурс] / В.В. Братищенко // – URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/34904/1/978-5-8295-0699 (25.03.2025)

УДК 004.658.2

Создание информационной системы по автоматизации работы ООО «Ухтинская управляющая компания»

Литвинова М. С.
Научный руководитель - Гресюк А. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Современные компании и организации сталкиваются с необходимостью эффективного управления заявками на выполнение различных работ и услуг. В условиях высокой нагрузки и большого количества одновременно обрабатываемых запросов важно обеспечить оперативность, прозрачность и контроль выполнения заявок.

Существующие системы управления заявками часто имеют либо избыточную сложность, либо недостаточную гибкость, что приводит к снижению их эффективности. Проблемы могут проявляться в виде неудобного интерфейса, отсутствия ролевой модели доступа или невозможности автоматизированного распределения заявок. В связи с этим актуальной задачей является разработка системы, обеспечивающей гибкое управление заявками с учетом ролей пользователей, прозрачное ведение истории изменений и интеграцию с внешними сервисами.

Цель данного исследования – разработка подходов к построению системы управления заявками с ролевым доступом, автоматическим назначением исполнителей и удобными инструментами мониторинга. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ существующих решений и выявить их ключевые недостатки.
2. Разработать архитектуру системы, обеспечивающую безопасность и масштабируемость.
3. Определить набор функций, необходимых для эффективного управления заявками.
4. Реализовать систему ролевого доступа для обеспечения безопасной работы пользователей.
5. Оценить перспективы развития системы и возможные направления ее улучшения.

Данное исследование направлено на создание универсального решения для управления заявками, которое может быть адаптировано под различные сферы применения, такие как техническая поддержка, логистика, обслуживание объектов и другие области, требующие оперативного взаимодействия с заявками.

Для разработки эффективной системы управления заявками необходимо изучить существующие аналоги и их функциональные возможности. Рассмотрим наиболее популярные решения, используемые в различных сферах.

Классическим примером являются Help Desk и Service Desk-системы, такие как Jira Service Management, ServiceNow, Zendesk, OTRS. Они предоставляют:

- Управление заявками с назначением исполнителей.
- Отслеживание статусов и истории изменений.
- Интеграцию с внешними сервисами и мессенджерами.
- Автоматизацию процессов обработки заявок.

Однако эти системы ориентированы в первую очередь на крупные компании и требуют значительных ресурсов для настройки и обслуживания. Их использование в средних и малых организациях может оказаться избыточным и дорогостоящим.

Некоторые CRM-системы, такие как Bitrix24, AmoCRM, Salesforce, включают модули управления заявками. Их основные возможности:

- Гибкая настройка бизнес-процессов.
- Интеграция с клиентской базой и маркетинговыми инструментами.
- Ведение истории взаимодействий с клиентами.

Основной недостаток таких решений – узкая ориентация на коммерческое использование, что делает их менее удобными для управления техническими или внутренними заявками.

В отдельных отраслях применяются специализированные системы, например, Redmine (для управления проектами), MantisBT (для баг-трекинга), MAXIMO (для управления активами и заявками в промышленности). Они обладают высокой функциональностью, но часто имеют сложный интерфейс и требуют адаптации под конкретные задачи.

Анализ существующих решений показал, что универсального, удобного и доступного инструмента для управления заявками с гибкой системой ролевого доступа и автоматизированным назначением исполнителей пока не существует. Большинство систем либо слишком сложны, либо недостаточно гибки.

Разрабатываемая система будет учитывать лучшие практики Help Desk и CRM-систем, но при этом ориентироваться на простоту использования, адаптивность и возможность кастомизации под различные сферы деятельности. Это позволит создать эффективное решение, подходящее для организаций разного масштаба.

Разрабатываемая система управления заявками представляет собой веб-приложение, основанное на современной архитектуре, обеспечивающей гибкость, масштабируемость и безопасность.

Система состоит из трех основных уровней:

- Клиентский уровень – веб-интерфейс, доступный через браузер.
- Серверный уровень – обработка бизнес-логики, управление пользователями и заявками.
- База данных – хранение информации о заявках, пользователях, статусах и других данных.

Такой подход позволяет легко масштабировать систему, обеспечивать ее высокую доступность и модульность.

Для разработки системы выбраны следующие технологии:

- Backend: Django (Python) – мощный фреймворк для разработки веб-приложений с встроенной системой прав доступа.
- Frontend: React.js – позволяет создавать удобный и динамичный интерфейс.
- База данных: PostgreSQL – надежная и масштабируемая реляционная СУБД.
- Контейнеризация: Docker – для упрощения развертывания и масштабирования.
- Аутентификация: JWT (JSON Web Token) – для безопасного управления доступом пользователей.

Для разграничения прав пользователей предусмотрена гибкая ролевая модель, включающая следующие группы:

- Администраторы – полный доступ ко всем функциям системы.
- Диспетчеры – могут управлять всеми заявками, назначать исполнителей.
- Менеджеры – контролируют выполнение заявок в своем подразделении.
- Исполнители (мастера) – видят только свои заявки, могут изменять их статус.
- Обычные пользователи – создают заявки и отслеживают их выполнение.

Эта модель позволяет четко разграничивать доступ к данным и обеспечивать безопасность работы в системе.

Ключевым компонентом является система управления заявками, включающая:

- Создание заявок с указанием категории, приоритета, описания.
- Автоматическое назначение исполнителей по загруженности и специализации.
- Смену статусов («Новая», «В работе», «Завершена» и т. д.).
- Историю изменений и комментарии к заявке.
- Оповещения и уведомления (email, push-уведомления).

Этот модуль обеспечивает прозрачность процесса обработки заявок и снижает время на их выполнение.

Архитектура системы ориентирована на гибкость, удобство использования и масштабируемость. Выбранные технологии позволяют эффективно управлять заявками, обеспечивать быструю обработку данных и надежную защиту информации.

Безопасность системы управления заявками играет ключевую роль, так как она обрабатывает конфиденциальные данные пользователей и организационные сведения. В данном разделе рассматриваются основные механизмы защиты данных, реализуемые в процессе разработки системы.

Для защиты от несанкционированного доступа система использует двухуровневый механизм безопасности:

- Аутентификация – проверка подлинности пользователя с помощью JWT-токенов (JSON Web Token). Токены позволяют безопасно управлять сессиями пользователей, исключая хранение паролей на клиентской стороне.

- Авторизация – контроль доступа к данным на основе ролевой модели, в которой каждому пользователю назначаются права в зависимости от его роли (администратор, диспетчер, менеджер, исполнитель, пользователь).

Дополнительно реализуется двухфакторная аутентификация (2FA) для повышения уровня безопасности.

Для защиты персональных данных пользователей применяются современные криптографические методы:

- Хранение паролей в хэшированном виде с использованием алгоритма bcrypt.

- Шифрование конфиденциальных данных (например, контактной информации) с помощью AES (Advanced Encryption Standard).

- Защищенные соединения (TLS/SSL) при передаче данных между клиентом и сервером, что предотвращает перехват информации злоумышленниками.

В системе реализуются механизмы защиты от наиболее распространенных веб-атак:

- Защита от SQL-инъекций – использование ORM Django исключает возможность внедрения вредоносных SQL-запросов.

- Предотвращение XSS (межсайтового скриптинга) – автоматическая фильтрация входных данных и экранирование HTML-кода.

- CSRF-токены (Cross-Site Request Forgery) – защита от подделки межсайтовых запросов при отправке форм.

- Ограничение числа попыток входа – предотвращение атак методом перебора паролей.

Дополнительно система ведет журналирование действий пользователей, что позволяет отслеживать подозрительную активность.

Для предотвращения потери данных внедрены механизмы:

- Автоматическое резервное копирование базы данных с хранением копий в распределенных хранилищах.

- Использование репликации БД – позволяет обеспечить отказоустойчивость и быстрое восстановление данных в случае сбоя.

- Мониторинг системы – контроль за нагрузкой, логами и ошибками для оперативного реагирования на возможные инциденты.

Применяемые методы безопасности обеспечивают конфиденциальность, целостность и доступность данных в системе. Комплексная защита позволяет минимизировать риски атак, предотвратить утечки информации и гарантировать стабильную работу системы даже при высоких нагрузках.

Разработка системы управления заявками основывается на современных принципах архитектуры программного обеспечения и использовании проверенных технологий. Данный раздел рассматривает ключевые аспекты архитектуры системы, её компоненты, а также выбранные технологии и инструменты разработки.

Система разрабатывается по принципу клиент-серверной архитектуры с разделением на три основных слоя:

1. Frontend (клиентская часть) – отвечает за отображение интерфейса и взаимодействие с пользователем.

2. Backend (серверная часть) – обрабатывает запросы, управляет бизнес-логикой и базой данных.

3. База данных – хранит заявки, пользователей и другие данные.

Для обеспечения гибкости и масштабируемости используется REST API для взаимодействия между клиентом и сервером.

2. Компоненты системы:

- Панель управления – интерфейс для диспетчеров и администраторов, где можно управлять заявками и пользователями.

- Личный кабинет исполнителя – интерфейс для мастеров, в котором отображаются их персональные заявки.

- Модуль уведомлений – отвечает за отправку оповещений пользователям (email, push-уведомления).

- Журналирование и логирование – хранение истории действий пользователей для аудита и мониторинга.

3. Выбранный технологический стек (таблица 1):

Таблица 1 – Стек технологий

Компонент	Технология
Frontend	React.js, TypeScript
Backend	Django + Django REST Framework (Python)
База данных	PostgreSQL
Аутентификация	JWT (JSON Web Token)
Развёртывание	Docker, Nginx
Кеширование	Redis
Очереди задач	Celery
Мониторинг и логирование	Prometheus, Grafana, Sentry

Выбор данных технологий обусловлен их производительностью, надёжностью и удобством масштабирования.

Для обеспечения высокой доступности и отказоустойчивости в системе применяются:

- Микросервисный подход – позволяет разделять модули и упрощает развертывание новых функций.

- Балансировка нагрузки – распределение запросов между серверами с помощью Nginx.

- Кеширование данных – использование Redis для ускорения работы с frequently accessed data.

- Репликация базы данных – защита от сбоев и обеспечение высокой скорости обработки запросов.

Используемые технологии и архитектурные решения обеспечивают стабильную, масштабируемую и безопасную систему, способную обрабатывать большое количество заявок и эффективно управлять пользователями. В дальнейшем система может быть легко адаптирована под новые требования и доработки.

В данной работе рассмотрена концепция системы управления заявками, предназначенной для оптимизации процессов распределения, контроля и выполнения заявок в различных сервисных компаниях. Разрабатываемая система включает в себя продуманную архитектуру с ролевой моделью пользователей, систему уведомлений и логирования, а также удобный интерфейс для всех категорий пользователей.

Система строится на основе современного технологического стека, который обеспечивает гибкость, безопасность и масштабируемость. Использование Django REST Framework в качестве бекенда позволяет быстро разрабатывать API, а применение React.js на фронтенде создаёт удобный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. База данных PostgreSQL, интеграция с Redis для кеширования и Celery для фоновых задач делают систему устойчивой к нагрузкам.

Благодаря ролевому разграничению доступа обеспечивается прозрачность управления заявками. Диспетчеры имеют полный доступ к заявкам, а исполнители видят только свои задачи, что улучшает организацию работы и предотвращает несанкционированный доступ к данным.

Хотя основная архитектура системы уже спроектирована, есть несколько направлений для её дальнейшего развития:

1. Автоматизация процесса распределения заявок

- Разработка алгоритма, который автоматически назначает заявки мастерам в зависимости от их загруженности, локации и компетенций.

2. Машинное обучение для предсказания сроков выполнения заявок

- Анализ предыдущих данных позволит системе предсказывать примерное время выполнения заявки и выявлять потенциальные задержки.

3. Мобильное приложение

- Создание мобильного приложения для исполнителей упростит работу с заявками, ускорит их принятие и закрытие.

4. Интеграция с внешними сервисами

- Возможность подключения CRM-систем, сервисов оплаты и платформ для общения с клиентами.

5. Расширенные аналитические панели

- Визуализация данных о выполненных заявках, загрузке сотрудников и эффективности работы компании.

Разрабатываемая система управления заявками представляет собой мощный инструмент для оптимизации процессов в сфере обслуживания. Её гибкость, масштабируемость и безопасность делают её удобным решением для компаний, стремящихся повысить эффективность своей работы.

Внедрение дополнительных функций и интеграция с современными технологиями (например, искусственный интеллект для анализа данных и прогнозирования) позволят расширить функциональность системы и сделать её ещё более удобной для пользователей.

Таким образом, дальнейшая разработка и совершенствование системы направлены на создание интеллектуального и автоматизированного решения, которое обеспечит высокую скорость и качество обработки заявок, снижая нагрузку на сотрудников и повышая уровень клиентского сервиса.

УДК 004.9

Анализ успешности образовательно-воспитательного процесса обучающегося от психосоциальных факторов

Маринина А. А.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Современное высшее образование сталкивается с необходимостью учитывать не только академические способности студентов, но и комплекс психосоциальных факторов, влияющих на их успеваемость. Исследования показывают, что мотивация, социальная адаптация, эмоциональное состояние и физическое здоровье играют ключевую роль в образовательном процессе. В данной статье анализируются основные проблемы психосоциальной адаптации студентов, их доказательная база, а также предлагаются практические решения для повышения эффективности обучения.

Целью исследования является выявление ключевых психосоциальных факторов, влияющих на успешность обучения, и разработка рекомендаций по их коррекции для повышения академической эффективности и улучшения адаптации студентов.

Для достижения цели необходимо:

- проанализировать существующие исследования по проблеме
- определить основные психосоциальные барьеры в обучении
- предложить практические методы улучшения адаптации студентов

Психосоциальные факторы оказывают значительное влияние на успешность обучения, однако их часто недооценивают в образовательной практике:

1. Низкая учебная мотивация (преобладание ориентации на диплом, а не на знания). Многие студенты ориентированы не на получение знаний, а на формальные результаты (диплом, стипендия), что снижает глубину усвоения материала. В исследовании Волжаниной А.А. [1] установлено, что студенты, мотивированные только получением диплома, демонстрируют избирательное отношение к дисциплинам, что негативно влияет на их академические результаты. По результатам ее исследований только 22% студентов отмечают высокую познавательную мотивацию, тогда как 32% учатся преимущественно ради диплома.

2. Социальная дезадаптация (особенно в условиях дистанционного обучения). Переход на дистанционные и смешанные форматы обучения усиливает чувство изоляции, снижает вовлеченность и ухудшает психологическое состояние студентов. По данным Калиева М.К. и соавторов, [3] 40% студентов периодически испытывают социальную изоляцию, а 16% – постоянно. 28% респондентов отмечают снижение мотивации из-за отсутствия личного контакта с преподавателями и одногруппниками.

3. Высокий уровень стресса (академическая нагрузка, неопределенность). Академическая нагрузка, неопределенность и недостаток навыков самоорганизации приводят к хроническому стрессу. 38% студентов испытывают стресс "иногда", 28% – "часто", а 6% находятся в состоянии постоянного стресса (Калиев М.К. [3]). У 75% первокурсников наблюдаются психосоматические симптомы: бессонница, головные боли, проблемы с ЖКТ (Турбина Е.Г. [2]).

Недостаток физической активности (гиподинамия, снижение когнитивных функций). До введения программы физической активности 95% студентов испытывали психологический дискомфорт, а 81% отмечали снижение работоспособности (Турбина Е.Г. [2]). После внедрения дополнительных занятий физкультурой показатели улучшились: дискомфорт снизился до 58%, а работоспособность повысилась у 57% студентов. Также согласно научным данным, уровень физической активности студентов во время учебного периода не превышает 56-65% от нормативных показателей, а в экзаменационный сезон этот показатель снижается до критических 39-46%. Эти цифры свидетельствуют о серьезной двигательной недостаточности, которая наблюдается у подавляющего большинства обучающихся на протяжении более 80% всего времени образовательного процесса.

Игнорирование этих факторов оказывает комплексное негативное влияние на образовательную траекторию и личностное развитие студентов. По данным исследований, около 75% студентов испытывают значительный стресс, что приводит к серьезному снижению академической успеваемости из-за уменьшения мотивации и способности концентрироваться на учебе. Хронический стресс, возникающий при неадекватной адаптации к учебному процессу, становится причиной развития тревожных расстройств и депрессии, что существенно повышает риск отчисления из учебного заведения. Особую опасность представляет тот факт, что подобные проблемы с психическим здоровьем могут стать предиктором будущих диагнозов и серьезно повлиять на профессиональную подготовку студентов, поскольку недостаточная вовлеченность в учебный процесс негативно отражается на формировании необходимых компетенций и последующей карьере. При этом важно отметить, что эти факторы взаимосвязаны и усиливают друг друга, создавая круг проблем, который может иметь долгосрочные последствия для личного и профессионального развития выпускников.

Из всего указанного выше следует вывод: комплексный подход к решению этих проблем необходим для повышения качества образования и сохранения здоровья студентов.

Для решения выявленных проблем необходимо внедрение комплексного подхода, охватывающего ключевые аспекты учебной деятельности.

Повышение мотивации может быть достигнуто за счет внедрения интерактивных форматов обучения, таких как игровые элементы (геймификация) и разбор реальных кейсов (case-study). Для решения этой задачи в УГТУ активно внедряется проектно-ориентированное обучение. Особое внимание следует уделить связи учебного материала с практическими профессиональными задачами, что позволит студентам осознать прикладную ценность получаемых знаний. Данные задачи реализуются силами кафедры

Социальная интеграция требует создания условий для развития межличностных коммуникаций. Этому может способствовать организация студенческих клубов по интересам и внедрение менторских программ, в которых старшекурсники помогают адаптироваться первокурсникам. В Ухтинском государственном техническом университете для этих целей существуют следующие объединения: Совет волонтерских объединений, Студенческий совет, Студенческое научное сообщество, Институт тьюторов УГТУ, Коми актив «Веськыд туй», Студенческое творческое объединение, местный штаб студенческих отрядов «Северянин» и другое. Не менее важным представляется улучшение качества обратной связи между преподавателями и студентами, включая регулярные консультации и обсуждение учебных трудностей.

Снижение стрессовой нагрузки предполагает проведение специализированных тренингов по тайм-менеджменту и развитию стрессоустойчивости. В нашем университете создана Студенческая служба примирения, направленная на поддержание гармоничных межличностных коммуникаций и разрешение конфликтов внутри группы, общежития, между студентами и преподавателями, администрацией вуза. Параллельно следует расширить доступность психологических консультаций непосредственно в вузах, чтобы студенты могли оперативно получать профессиональную помощь.

Поддержание физической активности должно стать неотъемлемой частью учебного процесса. Короткие физкультминутки во время длительных занятий помогут снизить утомляемость и улучшить концентрацию. Дополнительным стимулом станет развитие спортивных секций и проведение регулярных "Дней здоровья" с участием преподавателей и студентов. Студенческое спортивное объединение УГТУ помогает студентам добавить физической активности в повседневную жизнь.

Внедрение цифровых инструментов может значительно повысить эффективность мер по поддержке студентов. Среди перспективных решений:

1. AI-предсказатель групп риска. Используя данные успеваемости, посещаемости, активности и результаты психологических тестов, алгоритмы машинного обучения могут выявлять студентов с риском дезадаптации или академической неуспешности. Анализ поведения в образовательной среде, например, просроченные дедлайны в сочетании с опросниками по уровню стресса поможет заранее направить студентов на консультации к кураторам или психологам. По данным Татьяны Кустицкой и соавторов, [4] в результате работы системы раннего прогнозирования успеваемость по некоторым предметам увеличилась на 12–14%, улучшились взаимоотношения между студентами и преподавателями.

2. Чат-бот с часто задаваемыми вопросами. Виртуальный помощник, интегрированный в мессенджеры или сайт вуза, сможет оперативно отвечать на типовые вопросы (расписание, стипендии, процедуры пересдач), снижая нагрузку на администрацию и уровень стресса у учащихся. Дополнительные функции могут включать: напоминания о дедлайнах, ссылки на учебные материалы, мини-тесты для самопроверки.

3. Система подбора студенческих объединений. Платформа на основе анкетирования (интересы, навыки, цели) может рекомендовать студенту клубы, научные кружки или волонтерские проекты, соответствующие его профилю. В данный момент активность объединений отображается в сообществах в социальных сетях и на сайте УГТУ. Платформа может хранить информацию не только о самих объединениях, но также стать местом, где будут отображаться все внутривузовские мероприятия. Алгоритм может учитывать soft skills, которые хочет развить пользователь (лидерство, командная работа), и предлагать мероприятия с высоким совпадением по параметрам.

Для обеспечения устойчивых результатов необходимо:

- предварительно тестировать предлагаемые методы в пилотных группах;
- оперативно корректировать подходы на основе получаемой обратной связи;
- последовательно масштабировать наиболее эффективные практики на всю образовательную систему.

Такой поэтапный подход позволит создать благоприятную образовательную среду, способствующую как академическим достижениям, так и личностному развитию студентов.

Библиографический список:

1. Волжанина А. А. Психологические факторы, влияющие на успеваемость студентов //Конкурентоспособность территорий. – 2016. – С. 52-56.
2. Турбина Е. Г., Маркин А. В. Физические упражнения как средство адаптации студентов первого курса высших учебных заведений //Наука и практика в образовании: электронный научный журнал. – 2023. – Т. 4. – №. 1. – С. 28-32.
3. Калиев М.К., Есенаман С.М., Муратбеков Е.Н. Адаптация студентов к новым формам обучения: педагогические и психологические факторы // «Central Asian Scientific Journal» №5 (24) – Октябрь – Декабрь 2024 – С. 325-342.
4. Кустицкая Т. А., Носков М. В., Вайнштейн Ю. В. Прогнозирование успешности обучения: проблемы и задачи //Наука и школа. – 2023. – №. 4. – С. 71-83.

УДК 004.8

Использование технологии Deepfake в современных реалиях

Колпаков К. П., Киселев И. И., Поповцев К. В.
Научный руководитель – Устюгов В. А.
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», г. Сыктывкар, Россия

Аннотация. Статья посвящена современным подходам к созданию и применению технологии Deepfake, основанной на генеративно-состязательных нейронных сетях. Рассматриваются как легитимные возможности использования этой технологии, так и деструктивные сценарии её злоупотребления. Особое внимание уделяется анализу архитектуры GAN, механизмов генерации синтетических данных, а также, последствиям массового распространения фальсифицированного медиаконтента. Также выдвинута гипотеза о двойственной природе технологии Deepfake и зависимости последствий её применения от уровня цифровой культуры общества и эффективности правового регулирования.

Abstract. This article examines contemporary approaches to the creation and use of deepfake technology, which is based on generative adversarial networks (GANs). Both legitimate applications and malicious misuse scenarios are analyzed. Particular attention is paid to the architecture of GANs, the mechanisms of synthetic data generation, and the consequences of the widespread dissemination of falsified media content. A hypothesis is put forward regarding the dual nature of deepfake technology, positing that the outcomes of its use depend on society's level of digital literacy and the effectiveness of legal regulation.

Ключевые слова: Deepfake, мошенничество, искусственный интеллект, информационная безопасность, генерация, манипуляции, угроза, дипвойс, липсинг.

Keywords: Deepfake, fraud, artificial intelligence, information security, generation, manipulation, threat, deepvoice, lip-synching.

За последние годы бурное развитие технологий машинного обучения и искусственного интеллекта открыло качественно новые возможности для синтетической генерации медиаконтента. Одним из наиболее резонансных достижений в этой области стала технология **Deepfake** (далее — дипфейк), основанная на архитектуре генеративно-состязательных нейронных сетей (Generative Adversarial Networks, GAN). В отличие от традиционных методов фальсификации изображений и

звука, подход дипфейк позволяет автоматически формировать аудио- и видеоконтент, практически неотличимый от подлинного. Это обстоятельство коренным образом трансформирует не только само медиапространство, но и фундаментальные основы доверия в обществе.

В наши дни потенциал этой технологии проявляется в самых различных областях. С одной стороны, открываются новые конструктивные возможности — от цифровой реставрации исторических материалов и синхронного перевода речи до медицинского моделирования сложных анатомических процессов. С другой стороны, становятся все более очевидными деструктивные сценарии: мошеннический фишинг, создание компрометирующих цифровых материалов, подделка электронных доказательств, политическая дезинформация и другие незаконные способы использования дипфейка. Более того, растущая доступность алгоритмов генерации синтетического контента значительно снижает барьер для входа в эту сферу. Технология привлекает не только научные и коммерческие проекты, но и криминальные цели. В результате возникает новая категория информационных угроз, связанных с утратой возможности проверки подлинности данных и размыванием границ между реальностью и её имитацией.

Перед обществом и государственными институтами встаёт задача адекватного реагирования на появление столь реалистичных цифровых подделок. Отсутствие чётких правовых механизмов, регулирующих как технические аспекты создания дипфейков, так и ответственность за их распространение, лишь усугубляет проблему. Таким образом, наметился ощутимый дисбаланс между стремительным развитием генеративных технологий и готовностью социальных институтов к их восприятию [3].

Научная новизна данного исследования заключается в комплексном анализе феномена дипфейк как социотехнологического явления с двойственной природой. Эта технология может быть, как инновационным инструментом развития, так и источником системных рисков. В работе проводится углублённый анализ внутренних механизмов генеративных нейросетей и выявляются факторы, способствующие превращению этой технологии в средство социального воздействия.

В связи с этим формулируется гипотеза исследования. Универсальный и общедоступный характер технологии дипфейк одновременно расширяет легитимные сферы её применения и усиливает угрозы информационной безопасности. Степень уязвимости общества перед манипуляциями синтетическим контентом напрямую зависит от уровня цифровой культуры и эффективности правового регулирования. Проверка данной гипотезы осуществляется посредством сопоставления положительных и негативных сценариев использования дипфейка, а также анализа ключевых направлений, в которых эта технология оказывает наибольшее влияние на современную цифровую реальность [1].

Технологической основой дипфейков является архитектура генеративно-состязательной нейронной сети (GAN), которая представляет собой одну из ключевых концепций современного синтеза данных. Модель GAN состоит из двух взаимосвязанных компонентов, которые обучаются в соревновательном режиме: генератора и дискриминатора. Генератор создает фотореалистичные изображения, аудиофрагменты или видео на основе случайного набора скрытых параметров, в то время как дискриминатор пытается отличить сгенерированные образцы от реальных данных, оценивая их достоверность.

Процесс обучения этой пары моделей является итеративным и напоминает игру с нулевой суммой: успех одного алгоритма достигается за счет неудач другого. На каждом этапе генератор создает новый набор образцов, а дискриминатор оценивает их и выносит решение о подлинности. Затем информация об ошибках дискриминации возвращается к генератору, что позволяет ему скорректировать свои внутренние параметры и постепенно улучшить качество создаваемого контента.

На начальных этапах генератор действует практически наугад, выдавая хаотичные результаты. Однако по мере накопления опыта и увеличения числа итераций в обучении он начинает вырабатывать всё более устойчивые паттерны, приближаясь к статистическим характеристикам реального распределения данных. В итоге на определённом этапе устанавливается динамическое равновесие: дискриминатор уже не в состоянии надёжно отличить поддельные образцы от оригинальных, а генератор достигает предельного для данной выборки уровня фотореализма.

Архитектурно GAN представляет собой сложную комбинацию свёрточных и деконволюционных слоёв, адаптированную под специфику обрабатываемых данных. Так, при генерации изображений входной шумовой вектор сначала преобразуется в набор признаков, после чего осуществляется поэтапное восстановление изображения с помощью транспонированных свёрток. Для синтеза аудио- и видеоряда дополнительно учитывается временная природа сигнала: в модель интегрируются рекуррентные либо трансформерные блоки, способные удерживать контекст и взаимосвязь между последовательными фрагментами медиаданных.

Предварительная обработка исходных данных является важным этапом, так как качество дипфейка напрямую зависит от полноты и репрезентативности обучающей выборки. Обычно алгоритм извлекает ключевые кадры из исходного видео, сегментирует области лица, устраняет шумы и отбраковывает низкокачественные фрагменты. После этого формируется обучающий набор, который включает как оригинальные изображения, так и специальные маски, необходимые для точного привязывания заменяемого лица к характерным ориентирам и мимическим точкам.

По окончанию завершения обучения нейросети производится постепенная замена кадров исходного видеоряда на сгенерированные. При этом применяются методики композиции, минимизирующие появление визуальных артефактов. На практике особенно распространён метод пуассоновского наложения, позволяющий органично вписать новое синтезированное лицо в оригинальную видеозапись с сохранением исходных условий освещения, текстуры кожи и правдоподобных теней [4].

Таким образом, технология создания дипфейков основывается на гармоничном взаимодействии нейросетевых компонентов, что способствует постепенному улучшению качества результатов благодаря механизму конкурентного обучения. Эта архитектура не только позволяет достигать высокой степени реалистичности создаваемого контента, но и значительно усложняет техническое обнаружение подделок, особенно при применении современных методов постобработки и оптимизации изображений.

Практика использования дипфейка в различных сферах цифровой среды стимулирует развитие прикладных и исследовательских направлений. Генеративные алгоритмы интегрируются в ключевые отрасли, такие как:

- Киноиндустрия:
- Медицина;
- Корпоративная среда;
- Медиа.

Так, в кино технология дипфейк применяется для создания достоверных цифровых «двойников» людей. Речь идёт как о реальных исторических личностях или покойных актёрах, так и о героях, чьё непосредственное присутствие в кадре невозможно по техническим или юридическим причинам. Такой инструмент расширяет режиссёрские возможности, позволяя воплощать на экране сцены и образы, ранее недостижимые средствами традиционного монтажа.

В области медицины синтетическое видео на основе технологии дипфейка применяется для симуляции клинических сценариев и подготовки к сложным хирургическим процедурам, требующим высокой точности визуализации с учетом анатомических особенностей конкретного пациента. В данном контексте дипфейк выступает в качестве инструмента для планирования операций и совершенствования профессиональных навыков в рамках обучающих симуляций.

В корпоративной среде технология дипфейк внедряется в автоматизированные коммуникационные сервисы. Синтезированная речь, синхронизированная с мимикой виртуального аватара, создаёт эффект присутствия при дистанционных консультациях и обучении. Видеоряд с реалистичным аватаром улучшает восприятие информации, а алгоритмы глубокого перевода позволяют проводить синхронные видеоконференции между носителями разных языков, сохраняя при этом визуальный образ говорящего. Подобные решения открывают новые горизонты для бизнеса и образования, делая мультимодальные интерфейсы более интерактивными и персонализированными.

Наглядным примером реализации этой технологии в медиапространстве является случай, произошедший в ходе ежегодной пресс-конференции, состоявшейся в декабре 2023 года, президенту России Владимиру Путину был задан нетипичный видеовопрос от студента Санкт-Петербургского государственного университета. Используя алгоритмы искусственного интеллекта и технологии дипфейка, молодой человек создал цифровую копию главы государства, которая задала вопрос о возможном существовании его двойников, а также о его взгляде на развитие нейросетей и систем искусственного интеллекта (Рисунок 7).

Рисунок 7 - Демонстрация Deepfake-технологии в действии

Наряду с полезными приложениями всё отчётливее проявляются и злоумышленные сценарии использования дипфейка как инструмента социальной инженерии. В условиях информационной перегруженности высокореалистичный синтетический контент способен вызывать доверие и обходить когнитивные фильтры критического восприятия у аудитории. Это, в свою очередь, открывает новые возможности для манипулирования массовым сознанием. Особенно опасны политически мотивированные дипфейки, имитирующие публичные выступления или заявления государственных деятелей. Подобные псевдодостоверные материалы могут искусственно провоцировать эмоциональные реакции, разжигать общественные конфликты и искажать информационную повестку [2].

Наиболее частым способом использования дипфейков злоумышленниками является целенаправленная подмена личности при мошеннических атаках. Злоумышленники генерируют правдоподобное видео с голосом, выдавая себя за руководителей компаний или других доверенных лиц. Таким образом удаётся побудить жертву совершить несанкционированные действия — например, перевести крупные денежные суммы, предоставить доступ к конфиденциальной информации или выполнить критически важную операцию в системе. Подобные атаки оказываются крайне эффективными благодаря точному воспроизведению голосовых и мимических особенностей конкретных людей, что практически не вызывает подозрений у адресатов обмана.

Дипфейки в судебной практике представляют собой особую угрозу. Использование поддельных аудио- и видеозаписей в качестве доказательств подрывает доверие к таким материалам, которые раньше считались надежными источниками объективной информации. Техническая возможность создания убедительных подделок при недостаточной экспертизе может дестабилизировать правовую систему, ставя под сомнение законность и справедливость судебных решений.

Подводя итоги рассмотренным примерам, можно отметить, что отсутствие надлежащей нормативной базы и средств для верификации цифровых материалов приводит к тому, что широкая доступность дипфейк-инструментов одновременно увеличивает как созидательный, так и разрушительный потенциал этой технологии. При этом реальная угроза определяется не только фактом появления генеративных медиа, но и масштабом их несанкционированного использования в уязвимых сферах — будь то массовые коммуникации, управление финансовыми активами или профессиональное взаимодействие.

Анализ технологии дипфейк и практики её использования показывает, что данный феномен представляет собой комплексный социотехнологический вызов, выходящий за рамки сугубо инженерной задачи. Гибридная природа генеративных нейросетей, способных порождать визуально и акустически достоверный контент, ведёт одновременно к расширению диапазона конструктивных применений и к обострению рисков, связанных с утратой доверия к цифровым источникам информации.

С точки зрения архитектуры, дипфейки фактически представляют собой замкнутую адаптивную систему, в рамках которой генератор и дискриминатор совершенствуют свои модели путем конкурентной динамики. Это способствует достижению фотореалистичного результата в относительно короткие сроки. Такой технический прогресс, вместе с широким доступом к инструментам с открытым исходным кодом, сделал данную технологию доступной не только специалистам, но и широкому кругу пользователей без специализированной подготовки. В результате значительно возросла вероятность её неконтролируемого использования.

На практическом уровне дипфейк уже доказал свою эффективность в задачах цифрового моделирования, обучения, визуализации, а также в автоматизации мультимодальных интерфейсов. Однако по мере того, как растёт доверие к визуальной информации, и она глубже интегрируется в социальные и институциональные процессы, увеличивается и уязвимость к манипуляциям. Зафиксированные случаи злоупотребления дипфейком в финансовых схемах, судебных процессах, политических кампаниях и медиаманипуляциях свидетельствуют о серьёзности возникающих угроз. Опасность формируется не на уровне самой технологии как таковой, а на уровне её преднамеренного злоупотребления.

Полученные результаты в общем подтверждают предположение о том, что последствия использования дипфейка зависят не от технической мощности этой технологии, а скорее от уровня цифровой грамотности общества и готовности правовой системы к регулированию нового типа фальсификаций. В данном контексте научная значимость проведенного исследования заключается в формировании целостного видения дипфейка как социотехнического фактора, воздействующего на структуру современного цифрового взаимодействия.

В перспективе можно ожидать, что дальнейшее совершенствование генеративных моделей — в сочетании с ростом вычислительной мощности и интеграцией с языковыми системами — будет лишь усиливать размывание границ между подлинным и искусственно созданным. Соответственно, возникает необходимость усиления как научного, так и правового контроля за распространением синтетического контента. Первоочередными мерами представляются разработка алгоритмов автоматического обнаружения фальсификаций и внедрение цифровых маркеров аутентичности, способных повысить прозрачность проверки источников [5].

В конечном итоге, на пересечении этики, технологий и информационной безопасности возникла необходимость в трансдисциплинарных подходах, которые могут объединить технические, гуманитарные и правовые практики. Такие совместные усилия необходимы для обеспечения устойчивости информационного пространства в условиях его растущей синтетичности.

Библиографический список:

1. Власенко А. В., Киселёв П. С., Склярова Е. А. Искусственный интеллект и проблемы кибербезопасности. Технология Deepfake // Молодой ученый. – 2021. – № 21 (363). – С. 81–85. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=lwedcr (дата обращения: 22.03.2025).
2. Иванов В. Г., Игнатовский Я. Р. Deepfakes: перспективы применения в политике и угрозы для личности и национальной безопасности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. – 2020. – Т. 7, № 4. – С. 379–386. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44290144 (дата обращения: 22.03.2025).
3. Игнатьев А. Г., Курбатова Т. А. Дипфейки в цифровом пространстве: основные международные подходы к исследованию и регулированию. – М.: Центр компетенций по глобальной ИТ-кооперации, 2023. – 54 с. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=tsxzto (дата обращения: 21.03.2025).
4. Мун Д. В., Попета В. В. «From fake to deepfake»: угрозы и риски развития и распространения технологий искажения реальности в глобальном информационном пространстве // Информационная культура. – 2020. – № 1. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42560121 (дата обращения: 22.03.2025).
5. Li Yuezun, Chang Ming-Ching, Lyu Siwei. In Ictu Oculi: Exposing AI Generated Fake Face Videos by Detecting Eye Blinking [Электронный ресурс] // DeepAI. – 2018. – URL: https://deepai.org/publication/in-ictu-oculi-exposing-ai-generated-fake-face-videos-by-detecting-eye-blinking (дата обращения: 22.03.2025)

УДК 004.92

Интерактивная новелла, исследующая последствия массовых расстрелов

Минашкина Л. А.
Научный руководитель – Рочев К. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Массовое насилие в образовательных учреждениях – относительно новый, но стремительно распространяющийся феномен, оказывающий разрушительное влияние на психику пострадавших, свидетелей и общество в целом. По данным научной статьи “Криминологический анализ вооруженных нападений в образовательных организациях в России и за рубежом” [3]

Было установлено, что на территории Российской Федерации в период с 2014 по 2022 год были совершены 13 актов нападения.

Согласно сведениям из открытых источников департаментов безопасности, на территории Германии были совершены 19 актов вооруженных нападений в образовательных организациях. На территории Канады исследуемое противоправное деяние происходило 20 раз, Мексика насчитывает более 17 случаев нападений, Финляндия – 3 случая. Однако именно США в настоящее время занимают лидирующие позиции по совершению как насильственных преступлений с применением оружия в целом, так и совершения актов массового насилия в образовательных организациях. Феномен массового насилия содержит в себе негативный потенциал, способный повлиять как на безопасность работы учебных заведений и на жизнедеятельность общества в целом.

Подобные события угрожают не только физической безопасности, но и провоцируют долгосрочные психологические последствия. Помимо прямого воздействия на жертв и свидетелей, рассматриваемая проблема приводит к коллективной травматизации общества, что проявляется в социальных последствиях и институциональных изменениях.

По данным статьи “Смягчение последствий массовых расстрелов для психического здоровья: эксперимент in silico” [2], исследователями в области психического здоровья специализирующимися на изучении следствий массовых травматических событий, а также исследователя, специализирующегося на математическом моделировании и анализе данных в области общественного здоровья.

Было выявлено, что через месяц после массового расстрела распространенность ПТСР в обществе составила 11,3 %, что равно примерно 13 300 человек на 118 000.

С целью освещения данных проблем было решено разработать интерактивную игру, которая позволит игроку через выборы влиять на исход истории и увидеть возможные последствия подобного рода деструктивных действий.

Такой формат:

– Позволяет игроку "прожить" травмирующую ситуацию в безопасной виртуальной среде, не подвергаясь реальной опасности.

– Система осуществляет подсчет, как выбор игрока меняет эмоции персонажа и показывает это в конкретных последствиях.

На начальной стадии разработки данного проекта были выделены следующие требования:

Функциональные:

– Логика диалогов и вариативности - игрок принимает решения, которые влияют на сюжет и состояние действующего лица повествования истории.

– Счетчик и логику психоэмоционального состояния - эмоции персонажа насчитываются в зависимости от выбора игрока.

– Условия для концовок - комбинация выборов ведет к одной из 10 возможных концовок.

Нефункциональные:

– Сохранение игры на моменте повествования при выходе из нее – чтобы игрок мог продолжить с последнего момента повествования.

– Запись вариантов игрока и итоговой концовки для AB тестирования - выборы игрока и концовки записываются в целях анализа частоты выборов тех или иных вариантов.

– Использование паттернов (хранитель, прототип, итератор, интерпретатор, события) - для гибкости и масштабирования.

Такое решение позволит создавать гибкие и масштабируемые системы.

Визуальный стиль - гибрид, а именно 3D-низкополигональный фон и 2D персонажи на переднем плане. Такое решение было выбрано в целях улучшения производительности, быстрой загрузки, оптимизации памяти.

На Unity 3D на данный момент создано 2 локации: кабинет [Рисунок 8] – в котором по сюжету происходят основные действия. И квартира [Рисунок 9] главного героя – в которой отображение заключительного выбора и итоговой концовки планируется в виде заключительной катсцены.

Рисунок 8 – Локация кабинет

Рисунок 9 - Локация квартира

Цели персонажей в воздействии на игрока. Цель антагониста – нападавшего как персонажа – вызвать неприязнь и отвращение у игрока, что также будет иногда подкрепляться мыслями протагониста.

Цель протагониста - пострадавшего как персонажа — сосредоточить игрока на истории и проблеме, а не на эмоциональной привязке к персонажу. Его реакции и мысли в некоторых моментах будут меняться в зависимости от выбора игрока.

Основа для логики диалоговой системы - теория дифференциальных эмоций Кэррола Эллиса Изарда.

Психолог предложил дифференциальную теорию эмоций, согласно которой эмоции — это базовые, врожденные реакции, которые играют ключевую роль в адаптации и мотивации человека. Он также определил личность как взаимосвязанную систему, и что эмоции являются одним из основных компонентов, включающих гомеостатические, моторные, перцептивные и когнитивные системы.

Психолог выделил 10 фундаментальных эмоций [Рисунок 10].

Шкала эмоций в понятиях, балл						Сумма баллов (С)	Эмоция
1. Внимательный		Концентрированный		Собранный			Интерес
2. Наслаждающийся		Счастливый		Радостный			Радость
3. Удивленный		Изумленный		Пораженный			Удивление
4. Унылый		Печальный		Сломленный			Горе
5. Возбужденный		Гневный		Безумный			Гнев
6. Чувствующий неприязнь		Чувствующий отвращение		Чувствующий омерзение			Отвращение
7. Презрительный		Пренебрегающий		Надменный			Презрение
8. Пугающий		Страшный		Сеющий панику			Страх
9. Застенчивый		Робкий		Стыдливый			Стыд
10. Сожалеющий		Виноватый		Раскаивающийся			Вина

Рисунок 10 – Шкала дифференциальных эмоций

Для проекта использованы 3 ключевые эмоции: страх – триггер избегающего поведения. Гнев – фактор агрессии или протеста. Интерес – маркер осмысленного внимания.

Концовки в свою очередь показывают разные аспекты последствий трагедий, которые могут происходить в действительности. Среди них можно выделить:

– Смерть протагониста – в реальных случаях трагедий люди могут не иметь шанса на спасение.

– Совершение протагонистом самоубийства – у людей, переживших травмирующие события могут возникать мысли суицидального характера.

– Становление протагониста параноиком – людям, пережившим сильный стресс может быть свойственен страх повторения пережитой ими травмы.

– Протагонист справляется с последствиями трагедии - после тяжелых травм возможна самостоятельная адаптация.

– Арест протагониста – основное действующее лицо оказывается вовлеченным в преступление не по своей воле, так как улики против него.

– Случайное самоубийство/смерть – гибель в результате случайного стечения обстоятельств.

– Неудачное самоубийство – попытка покончить с собой не увенчивается успехом, что может давать некоторую надежду на частичное исцеление психики персонажа.

– Работа со специалистом – человек может осознать, что самостоятельно не в силах справиться с проблемой и обращается к специалисту.

– Арест антагониста – преступник, совершивший нападение, оказывается задержан, так как все улики и свидетели против него.

– Протагонист сбегает – потому что удачно сложились обстоятельства.

Стоит отметить, что на концовку в большей степени влияет итоговое состояние персонажа, а именно выборы игрока на протяжении всего процесса прохождения. Поэтому есть универсальная концовка.

Концовка, выбранная игроком – если у действующего лица эмоции стабильны относительно друг друга, то выбор концовки игрока прямо влияет на исход истории.

Данный проект представляет собой инструмент для демонстрации и осмысления проблемы вооруженных нападений и их последствий. Работа демонстрирует, что игровые механики могут быть инструментом для просвещения важности психического здоровья. Использование теории Кэррола Изарда для моделирования эмоционального состояния персонажа добавляет частичной приближённости к реальности. Визуальная составляющая проекта обеспечивает баланс между производительностью и эстетикой. Наличие разных исходов истории позволит игроку рассмотреть возможные последствия травмирующих ситуаций.

Таким образом проект успешно сочетает в себе некоторую аналитическую и эмоциональную составляющую, предлагая не только интерактивный опыт, но и возможность понимания последствий подобных деструктивных действий.

Библиографический список:

1. Интерфакс. CNN подсчитал частоту стрельбы в школах [Электронный ресурс] URL: https://www.interfax.ru/world/613687 (дата обращения: 16.03.2025)

2. National Library of Medicine. Смягчение последствий массовых расстрелов для психического здоровья: эксперимент in silico [Электронный ресурс] // National Library of Medicine. 2022. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35898317/ (дата обращения: 16.03.2025)

3. Шамо Г. М. Криминологический анализ вооруженных нападений в образовательных организациях в России и за рубежом. [Электронный ресурс] // Вестник Сибирского юридического института МВД России. 2023 С. 2-3 – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kriminologicheskiy-analiz-vooruzhennyh-napadeniy-v-obrazovatelnyh-organizatsiyah-v-rossii-i-za-rubezhom (дата обращения: 19.03.2025)

4. Завьялова Н. Ю., Лункашу Ю. В. Скулшутинг как нравственная и юридическая проблема в российском обществе [Электронный ресурс] // Теория и история права и государства. 2021 https://cyberleninka.ru/article/n/skulshuting-kak-nravstvennaya-i-yuridicheskaya-problema-v-rossiyskom-obschestve (дата обращения: 20.03.2025)

УДК 331.087

Приложение для мониторинга показателей датчиков температуры в медицинских холодильниках

Тесля Г. Д.
Научный руководитель – Шилова С. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В современной системе здравоохранения одной из ключевых задач является обеспечение надлежащих условий хранения термочувствительных медицинских препаратов, включая вакцины, лекарственные средства и биологические материалы. Нарушение температурного режима даже на несколько градусов может привести к необратимой порче этих жизненно важных препаратов, что создает серьезные риски для здоровья пациентов и значительные финансовые потери для медицинских учреждений. В условиях ГБУЗ РК "Ухтинская городская поликлиника", где эксплуатируется 11 медицинских холодильников различного назначения, отсутствие автоматизированной системы мониторинга температуры создавало серьезные проблемы в обеспечении сохранности медицинских препаратов.

Традиционные методы контроля температурного режима, основанные на ручных измерениях с помощью термометров и ведении бумажных журналов учета, показали свою недостаточную эффективность в современных условиях. Основные проблемы таких методов включают человеческий фактор (возможность ошибок при записи показаний, забывчивость персонала), отсутствие оперативного реагирования на критические изменения температуры, невозможность круглосуточного мониторинга, а также сложности с анализом накопленных данных. Все это нередко приводило к утрате ценных медикаментов и создавало потенциальную угрозу здоровью пациентов, получающих некачественные препараты.

Для решения этих проблем была разработана комплексная автоматизированная система мониторинга, состоящая из трех основных компонентов: сети высокоточных температурных датчиков, серверной части и мобильного приложения. В качестве датчиков были выбраны модели NTC 10K, отличающиеся высокой точностью измерений (±0,1°C) и стабильностью работы в широком диапазоне температур. Каждый датчик подключен к микроконтроллерам Arduino или ESP32, которые обеспечивают сбор, первичную обработку и передачу данных.

Серверная часть системы реализована на платформе Spring Boot, что обеспечило высокую надежность, безопасность и масштабируемость решения. Выбор именно этой технологии был обусловлен несколькими ключевыми факторами: соответствием требованиям российских стандартов в области информационной безопасности (ГОСТ 34. xxx), наличием встроенных механизмов защиты данных (поддержка JWT и OAuth2), а также возможностью легкого масштабирования системы при увеличении количества подключенных холодильников.

Клиентская часть системы представлена мобильным приложением для операционной системы Android, разработанным на языке Kotlin. Этот выбор был сделан не случайно: Kotlin обеспечивает высокую производительность приложения, встроенную защиту от распространенных ошибок программирования (null-safety), а также полную совместимость со всей экосистемой Android. Особое внимание при разработке интерфейса было уделено простоте использования — приложение интуитивно понятно даже для пользователей без специальной технической подготовки.

Интерфейс мобильного приложения разработан с акцентом на простоту, интуитивную понятность и удобство использования для медицинского персонала. На главном экране представлена наглядная панель мониторинга состояния всех холодильников с отображением текущих температурных показателей, цветовых индикаторов статуса и возможностью быстрого доступа к детальной информации (Рисунок 1).

В разделе настроек реализована форма для добавления новых устройств, где пользователь может задать допустимый диапазон температур, указать название, ID датчика, пароль, а также при необходимости отключить отслеживание тревог (Рисунок 2). Дизайн приложения выполнен в едином стиле, с использованием минималистичных элементов управления, что обеспечивает комфортную работу даже для пользователей без специальной технической подготовки.

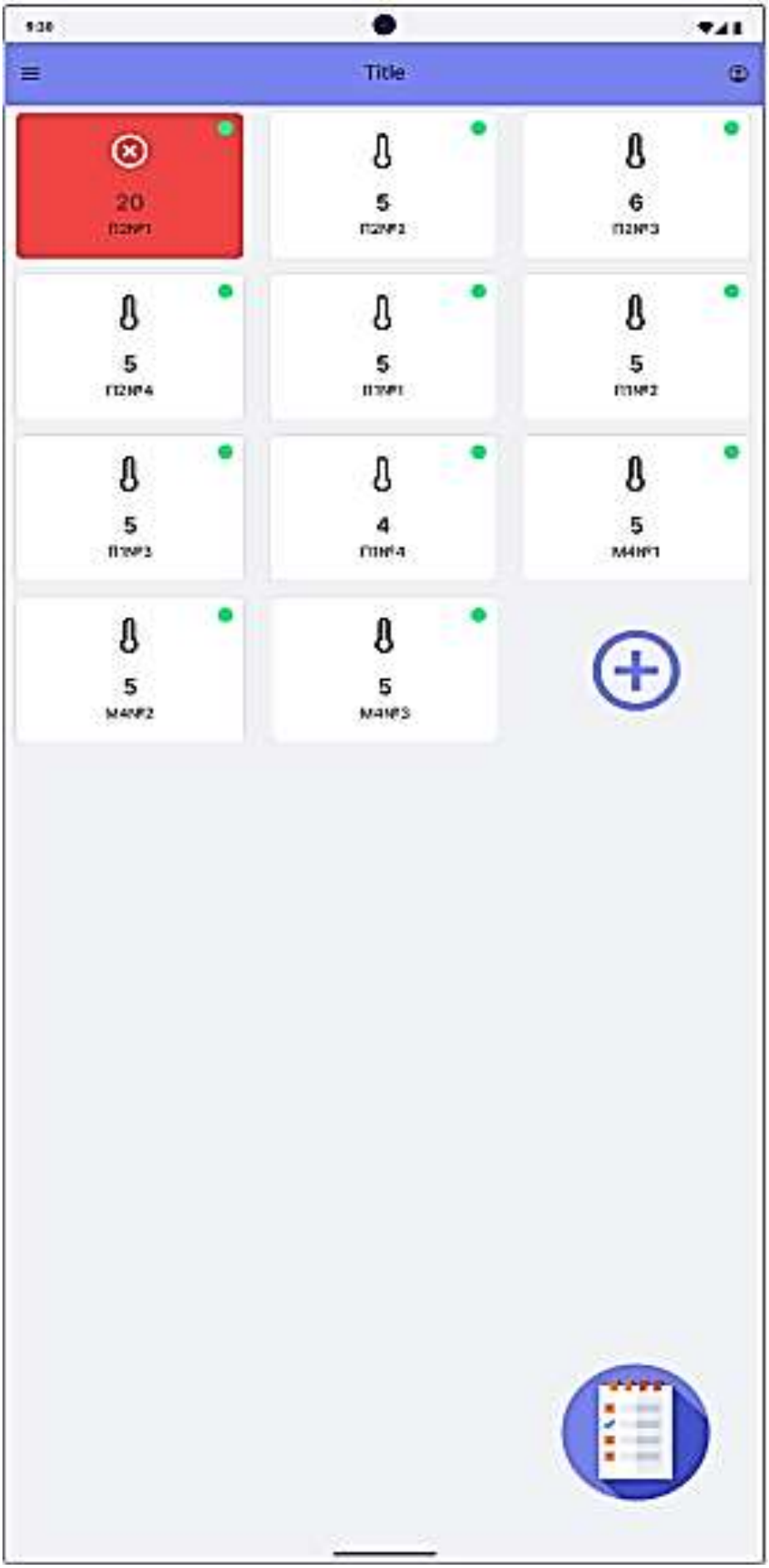


Рисунок 1- Главный экран

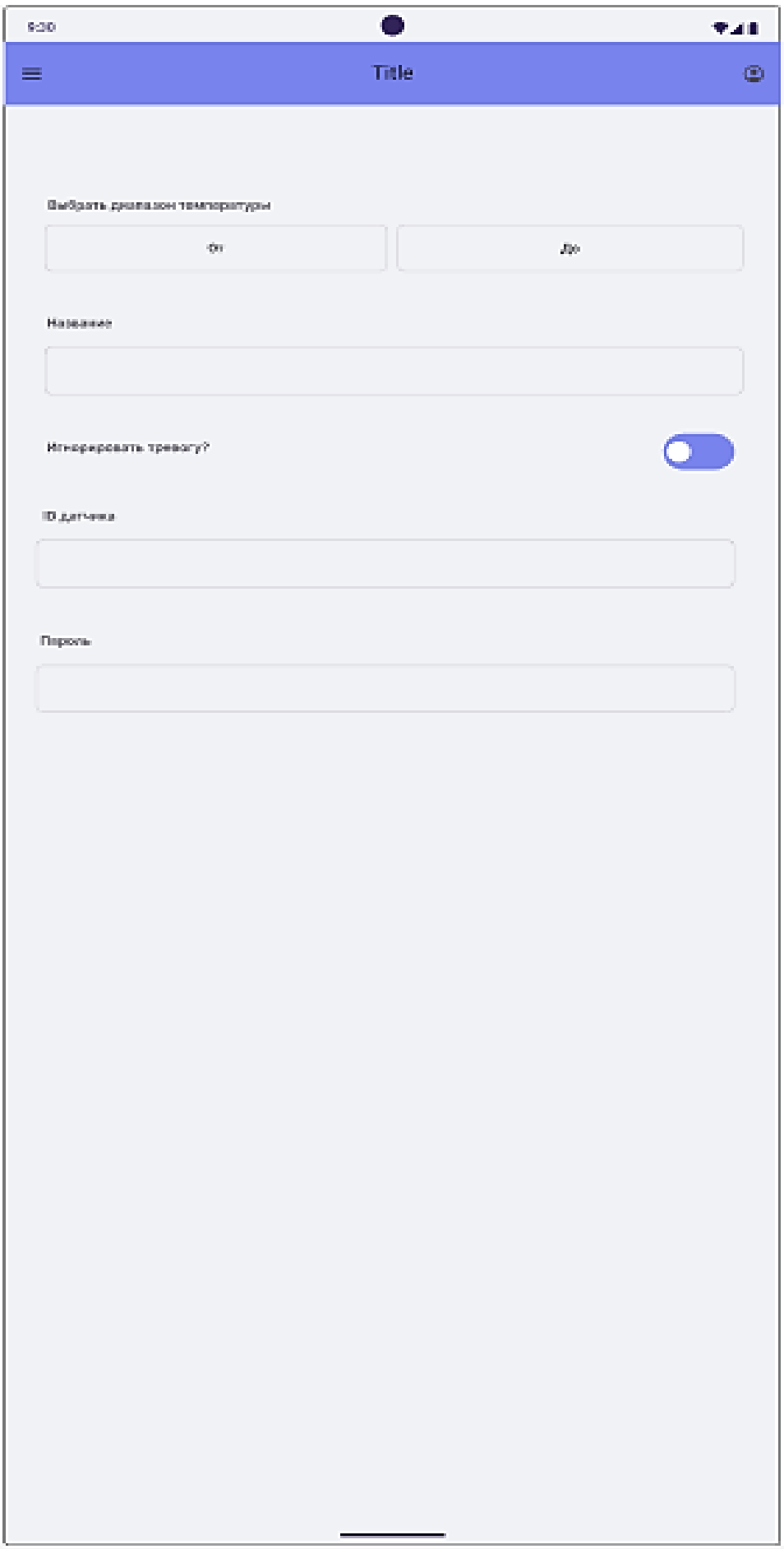


Рисунок 2 - Экран настроек

Принцип работы системы организован следующим образом: каждые 2-5 минут датчики фиксируют текущую температуру в холодильниках. Полученные данные передаются на сервер через защищенное HTTPS-соединение, где проходят многоступенчатую проверку на достоверность. Разработанный алгоритм фильтрации позволяет исключать ложные срабатывания, которые могут возникать при кратковременном открытии дверцы холодильника или других временных воздействиях. После успешной валидации информация сохраняется в реляционной базе данных MySQL, выбранной за ее надежность, производительность и поддержку ACID-транзакций, что критически важно для обеспечения целостности медицинских данных.

Мобильное приложение получает данные с сервера двумя способами: через стандартные REST API-запросы и через механизм мгновенных push-уведомлений, реализованный с использованием WebSocket. Это обеспечивает медицинскому персоналу возможность постоянного контроля температуры в режиме реального времени и мгновенного реагирования при выходе параметров за допустимые пределы (+2°C до +8°C). В интерфейсе приложения предусмотрены различные режимы отображения данных: текущие показания, графики изменения температуры за различные периоды времени, история тревожных событий.

Также был реализован комплекс мер по защите от возможных сбоев: при временной потере связи датчики сохраняют данные локально с последующей автоматической синхронизацией при восстановлении соединения; внедрен механизм повторной отправки неудачных запросов; регулярно создаются резервные копии базы данных.

Перспективы развития системы включают несколько направлений. Во-первых, адаптация для крупных медицинских учреждений с большим количеством холодильников (до 50-100 единиц). Во-вторых, интеграция с системами экстренного оповещения (SMS-рассылка, автоматические звонки). В-третьих, планируется разработка веб-версии системы для доступа с компьютеров.

Таким образом, можно сказать, что разработанная автоматизированная система мониторинга температуры в медицинских холодильниках позволяет значительно повысить надежность контроля условий хранения термочувствительных медицинских препаратов. Применение современных технологий, включая сеть высокоточных датчиков, защищённую передачу данных и алгоритмы фильтрации ложных срабатываний, обеспечивает стабильную работу системы в реальных условиях эксплуатации.

Библиографический список:

1. Коробейников, С.Г. Автоматизированные системы управления: Учебник для вузов / С.Г. Коробейников. — М.: Горячая линия – Телеком, 2018. — 320 с.
2. Мищенко, А.И. Информационные технологии в медицине: Учебное пособие / А.И. Мищенко. — М.: КНОРУС, 2020. — 288 с.

УДК 004.85

Структура данных основанной на правилах информационной системы поддержки принятия решений

Борисова А. О.
Научный руководитель - Григорьевых А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В условиях возрастающей сложности управления и необходимости оперативной обработки информации, возрастает роль информационных систем поддержки принятия решений. Особенно актуальны системы, основанные на правилах, которые позволяют формализовать экспертные знания в различных предметных областях и нормативные документы в виде логических схем и критериев. [1]

Одним из примеров такой предметной области является предоставление материальной помощи студентам Ухтинского Государственного Технического Университета (УГТУ). Согласно нормативному документу «Положение о материальной помощи нуждающимся обучающимся», регулирующему данный вопрос, студенты могут получать материальную помощь при соответствии определенным условиям. Данный документ устанавливает категории льготополучателей, перечень подтверждающих документов и периодичность предоставления помощи (таблица 1).

Целью данной работы является разработка универсальной структуры данных, позволяющей построить информационную систему поддержки принятия решений на основе заданных правил. Такая структура должна быть гибкой, масштабируемой и применимой к различным нормативным документам.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Разработать реляционную модель базы данных, отражающую структуру правил и критериев.

2. Апробировать модель на реальной предметной области – предоставлении льгот студентам УГТУ.

3. Проверить корректность функционирования структуры с помощью SQL-запросов.

Проектирование структуры данных для информационной системы поддержки принятия решений началось с построения реляционной модели, которая позволяет формализовать правила из нормативных документов в виде взаимосвязанных таблиц и обеспечить возможность гибкого опроса пользователей (рисунок 1).

Ключевая сущность модели – «Нормативный документ» – является основополагающей начальной сущностью. В ней хранятся официальное название документа (например, «Положение о материальной помощи нуждающимся обучающимся») и его описание. Документ служит отправной точкой, на основе которой формируется структура вопросов, категорий и требований к подтверждающим документам.

Следующая важная сущность – «Категория», представляющая собой подтип льготы или помощи, предоставляемой льготополучателю (на примере УГТУ – студенту). Каждая категория включает такие атрибуты, как номер, название, периодичность и ссылка на нормативный документ. Например, одна из категорий может предусматривать предоставление помощи студентам-сиротам, другая – студентам из многодетных семей. В одном нормативном документе может содержаться несколько категорий, в рассматриваемом случае – 19 (таблица 1).

Для получения конкретной льготы студент должен предоставить определенные документы, перечень которых зависит от выбранной категории. Эти документы представлены в отдельной сущности «Документ», а связка между категориями и документами реализована через таблицу «Категория_Документ».

Определение, подходит ли студент под категорию, осуществляется посредством опроса. Для этого используются сущности «Вопрос» и «Ответ». Вопросы формулируются таким образом, чтобы на их основе можно было сделать вывод о принадлежности к определенной категории (таблица 2). Один и тот же вопрос может использоваться в нескольких категориях. Каждый вопрос связан с нормативным документом и имеет свой номер (для удобства).

Центральным элементом логики принятия решений служит сущность «Правило». Правило определяет набор вопросов и «правильных» ответов, необходимых для отнесения пользователя к конкретной категории (таблица 3). Таким образом, каждое правило – это логическая конструкция, объединяющая критерии, подтверждающие право на льготу. Заметим, что для одной категории может существовать несколько правил, отражающих различные комбинации условий.

Таким образом, предложенная реляционная модель обеспечивает:

• Строгую формализацию нормативного документа в виде набора взаимосвязанных таблиц.

• Гибкость в построении логики опроса.

• Возможность масштабирования модели под другие нормативные документы и предметные области.

Таблица 1 – Фрагмент из нормативного документа «Положение о материальной поддержке (помощи) нуждающимся обучающимся ФГБОУ ВО «УГТУ»» [3]

№	Категории нуждающихся обучающихся	Подтверждающие документы	Периодичность выплаты
1	Обучающиеся, являющиеся детьми-сиротами и детьми, оставшимися без попечения родителей, а также лица из числа детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, потерявшие в период обучения обоих родителей или единственного родителя (находящиеся на полном государственном обеспечении)	Виза начальника отдела социальной защиты студентов, подтверждающая наличие социального статуса	Не чаще одного раза в шесть месяцев
2	Обучающиеся, потерявшие в возрасте от 18-ти до 23-х лет включительно обоих родителей или единственного родителя (НЕ зачисленные на полное государственное обеспечение, в возрасте до 25-ти лет включительно)	1. Копия свидетельства о рождении обучающегося 2. Копия свидетельства о смерти родителей (ля) 3. Копия документа об установлении опеки (попечительства) 4. Копии документов, подтверждающих наличие одного родителя	Не чаще одного раза в четыре месяца
3	Обучающиеся, потерявшие в период обучения родителя	1. Копия свидетельства о рождении обучающегося 2. Копия свидетельства о смерти родителей (ля) (законного представителя) 3. Копия документа об установлении опеки (попечительства) 4. Согласия на обработку персональных данных	Единовременно (в срок не позднее одного года со дня смерти)
4	Обучающиеся, потерявшие в период обучения супруга или ребенка	1. Копия свидетельства о смерти супруга или ребенка обучающегося 2. Копия документа, подтверждающего родство или брак 3. Согласия на обработку персональных данных	Единовременно (в срок не позднее одного года со дня смерти)
5	Обучающиеся из малоимущих семей (среднедушевой доход не превышает прожиточного минимума)	1. Копия справки из органа социальной защиты населения, расположенного на территории Российской Федерации, подтверждающей признание семьи малоимущей	Не чаще одного раза в шесть месяцев

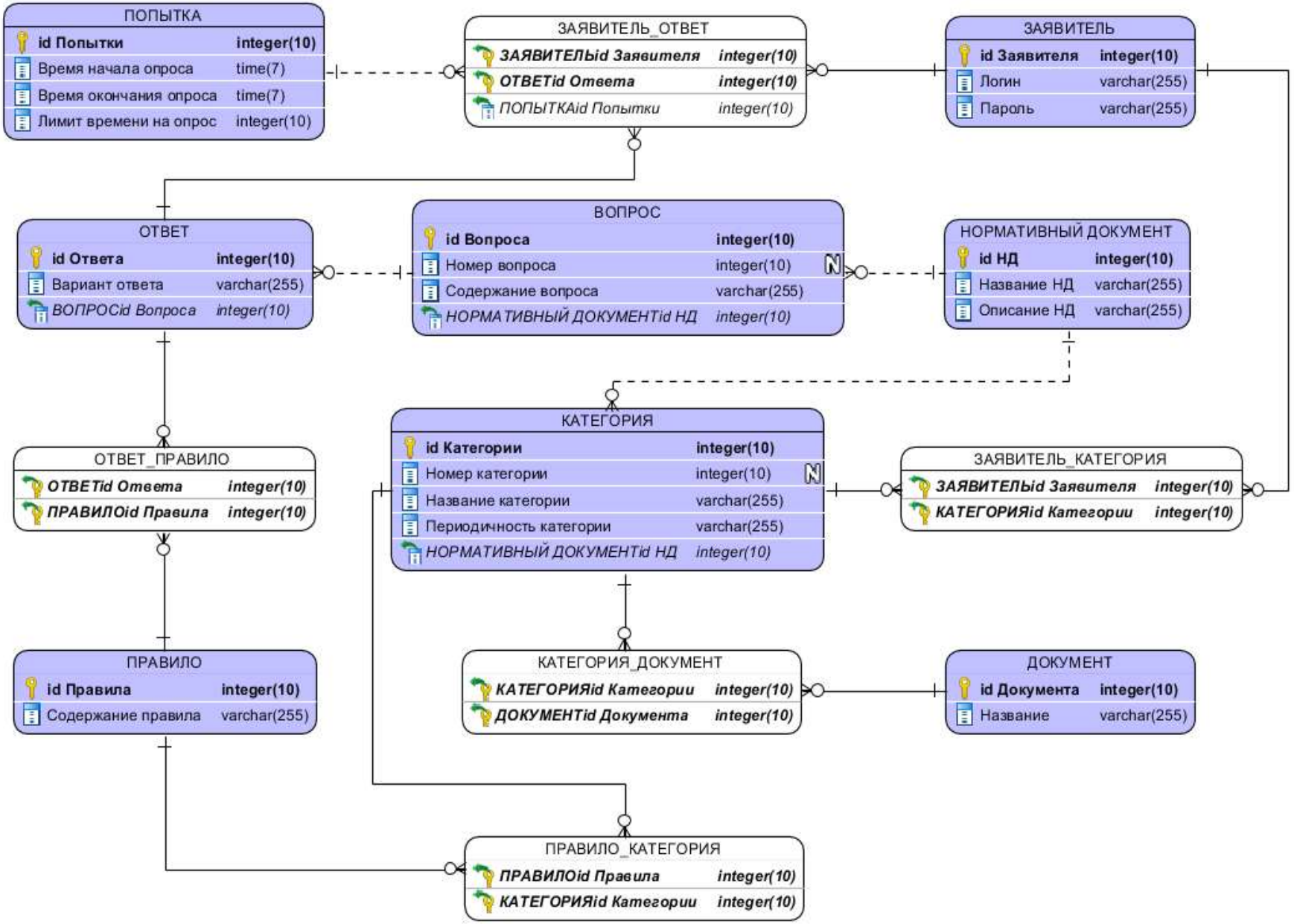


Рисунок 1 – Логическая модель БД

Таблица 2 – Фрагмент составленных вопросов

№	Вопрос
1	Потеряли ли Вы в период обучения родителя? (Да/Нет)
2	Потеряли ли Вы в период обучения супруга или ребенка? (Да/Нет)
3	Имеете ли Вы тяжелые, требующие длительного лечения заболевания, травмы, перенесшие хирургические операции и повлекшие значительные траты (превышающие размер государственной академической стипендии)? (Да/Нет)
4	Утратили ли Вы в период обучения личное имущество в результате форс-мажорных обстоятельств (пожар, наводнение и пр.)? (Да/Нет)
5	Есть ли у Вас академические задолженности? (3 и более/1, 2, либо нет)
6	Состоите ли Вы в браке? (Да/Нет)
7	Находитесь ли Вы в академическом отпуске? (Да/Нет)
8	Находитесь ли Ваш супруг в академическом отпуске? (Да/Нет)
9	Встали ли Вы на учет по беременности в медицинском учреждении (при сроке…

Таблица 3 – Фрагмент правил соответствия категориям нуждающихся

Правило	Категория	Вопрос	Варианты ответов
1	2	3	4
1	Категория 1	Вопрос 5	1,2, либо нет
		Вопрос 7	НЕТ
		Вопрос 11	ДА
2	Категория 2	Вопрос 5	1,2, либо нет
		Вопрос 7	НЕТ
		Вопрос 12	ДА
3	Категория 3	Вопрос 1	ДА
4	Категория 4	Вопрос 2	ДА
5	Категория 5а	Вопрос 5	1,2, либо нет
		Вопрос 7	НЕТ
		Вопрос 13	ДА
6	Категория 5б	Вопрос 5	1,2, либо нет
		Вопрос 6	НЕТ
		Вопрос 7	НЕТ
		Вопрос 10	ДА
7	Категория 6	Вопрос 5	1,2, либо нет
		Вопрос 7	НЕТ
		Вопрос 14	ДА

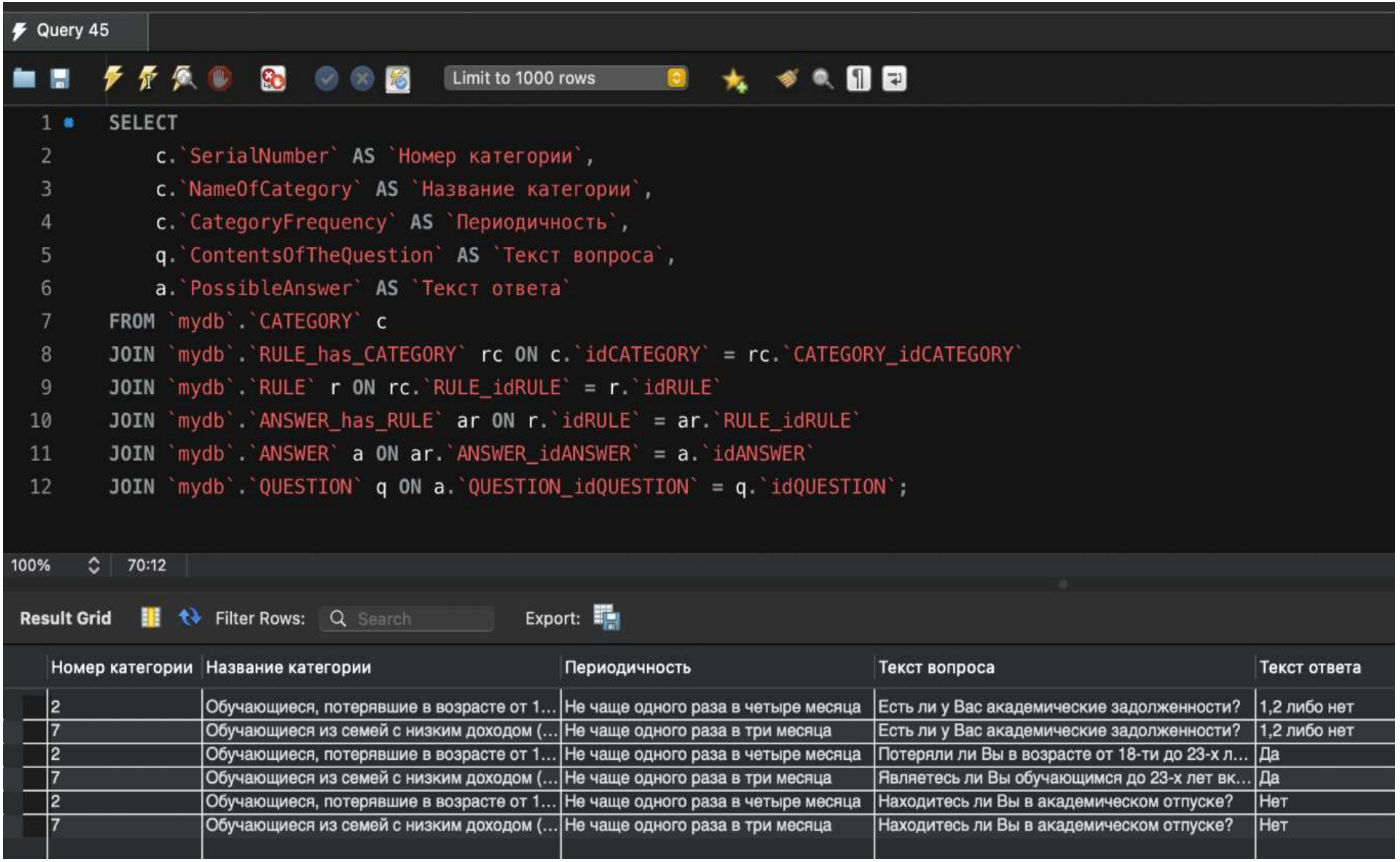


Рисунок 2 – Запрос

Представленная структура является универсальной и позволяет адаптировать систему под различные сценарии использования, включая автоматизацию обработки запросов на льготы, выдачу справок и определение прав пользователя в иных контекстах.

Разработанная структура данных была реализована в виде базы данных MySQL. Основной целью практической части являлось тестирование реляционной модели на примере предметной области предоставления льгот студентам.

Приведенный запрос (рисунок 2) позволяет отобразить, какие вопросы и ответы лежат в основе тех или иных категорий льгот. Это дает возможность отследить всю логическую цепочку.

Результат запроса представляет собой таблицу, в которой для категории 2 и 7 указаны варианты ответов, необходимые для активации правила соответствия. Например, категория 2: «Обучающиеся, потерявшие в возрасте от 18 до 23-х лет включительно одного из родителей» связана с вопросом «Потеряли ли Вы в возрасте от 18-ти до 23-х лет одного из родителей?» и однозначным ответом «Да».

Приведенный запрос важен для визуализации логики системы поддержки принятия решений. Он помогает проверить, корректно ли сформированы правила, а также протестировать полноту и непротиворечивость правил. (Результат запроса можно сравнить с Таблицей 3).

Таким образом, этот запрос демонстрирует ключевой принцип: каждая категория представляет собой совокупность логических условий, оформленных в виде вопросов и ответов. Структура полностью соответствует модели экспертной системы, основанной на правилах.

В данной статье была рассмотрена реляционная модель данных, предназначенная для построения информационной системы поддержки принятия решений на основе нормативных документов. Разработка ориентирована на гибкость и масштабируемость, что позволяет использовать ее в различных предметных областях, например, социальную поддержку, образование, медицину и многое другое.

Практическая часть исследования была реализована на примере «Положения о материальной помощи нуждающимся обучающимся» УГТУ. Все логические условия предоставления помощи были формализованы в виде правил, составленных из вопросов с вариантами ответов. Это позволило не только оцифровать и структурировать документ, но и задать четкую схему принятия решений.

Особое внимание в работе уделено визуализации связей между категориями, вопросами и ответами. Был рассмотрен результат SQL-запроса, отражающего логическую структуру системы. Запросы выступили важным инструментом проверки корректности настроенных правил, их полноты и непротиворечивости.

Разработанная структура может служить основой для создания экспертных систем, автоматизирующих процесс оценки соответствия пользователей определенным условиям. В дальнейшем планируется расширение системы с учетом реальных пользовательских данных.

Библиографический список:

1. Авдеенко Т. В., Макарова Е. С. Система поддержки принятия решений в IT-подразделениях на основе интеграции прецедентного подхода и онтологии //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2017. – №. 3. – С. 85-99.

3. Положение о материальной поддержке (помощи) нуждающихся обучающихся ФГБОУ ВО «УГТУ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ugtu.net/polozhenie-o-materialnoy-podderzhke-pomoshchi-nuzhdayushchihsya-obuchayushchihsya-fgbou-vo-ugtu (дата обращения: 24.02.2024).

УДК 004.62

Онлайн магазин одежды

Корнилова Е. Б.
Научный руководитель – Кожевникова П. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Интернет прочно вошел в нашу жизнь, трансформируя привычные способы совершения покупок. Особенно заметны изменения в сфере торговли одеждой. Онлайн-магазины одежды стали не просто альтернативой традиционным бутикам, а полноценным и часто предпочтительным способом обновления гардероба.

Но несмотря на растущую популярность онлайн-магазинов одежды, многие потребители по-прежнему испытывают сомнения и опасения, связанные с покупками в интернете. Вопросы соответствия размеров, качества материалов, безопасности платежей – это лишь некоторые из проблем, с которыми сталкиваются покупатели.

Именно поэтому было решено изучить данную тему, выявить основные проблемы и постараться найти их решения, придумать, как можно оптимизировать функционал, а также создать начальную базу данных.

Проблемы существующих онлайн и интернет-магазинов:

• Отсутствие точного описания товара. Зачастую описание предметов гардероба является слишком маленьким или вовсе отсутствует.

• Обязательная регистрация. Покупателям нужен товар, а не участие в многоэтапном квесте. Долгая и многоуровневая регистрация является отталкивающим фактором.

• Отсутствие службы поддержки. Многие магазины игнорируют такой полезный инструмент, как консультации в режиме онлайн. Или, что еще более неприятно, устанавливают программу с автоматическими ответами. Поддержка клиентов необходима не только на этапе заказа, но и во время его формирования, а также в послепродажный период.

• Отсутствие примерки. Не у всех маркетплейсов имеются пункты, где можно примерить одежду. Также, чаще всего, если пункты и есть, то расположены они не во всех городах страны. Существуют интернет-магазины, которые, в целом, не предполагают примерку одежды, с последующей возможностью отказа от неё.

Целью работы является автоматизация процесса продажи одежды, которая упростит процесс регистрации и внедрит такую опцию, как примерка товаров на модельку со своими параметрами.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Разработка учёта покупателей и их заказов
2. Разработка и пользовательская настройка 3D модели покупателя
3. Применение ИИ для реализации функционала по примерке товаров
4. Интеграция с Wildberries

Были выявлены следующие сущности:

• Товар, который имеет определённые характеристики, которые были вынесены в отдельный справочник, и каждая из которых имеет определённое значение.

• Покупатель, который также имеет определённые характеристики, которые находятся в том же справочнике, что и характеристики Товара, и у которых также есть определённое значение.

• Характеристики модельки, связанные с Покупателем и имеющая атрибут Наименование.

• Заказ, связанный с Покупателем и следующей сущностью Экземпляр товара, которая в свою очередь связана с сущностями Поступление товара и Товар.

• Статус, связанный с Заказом и имеющий атрибут Наименование.

• Отзыв, связанный с Покупателем и Товаром, обладающий атрибутом Содержание.

Для проектирования онлайн магазина одежды был использован Visual Paradigm. С помощью данного программного обеспечения была разработана логическая модель базы данных (Рисунок 11).

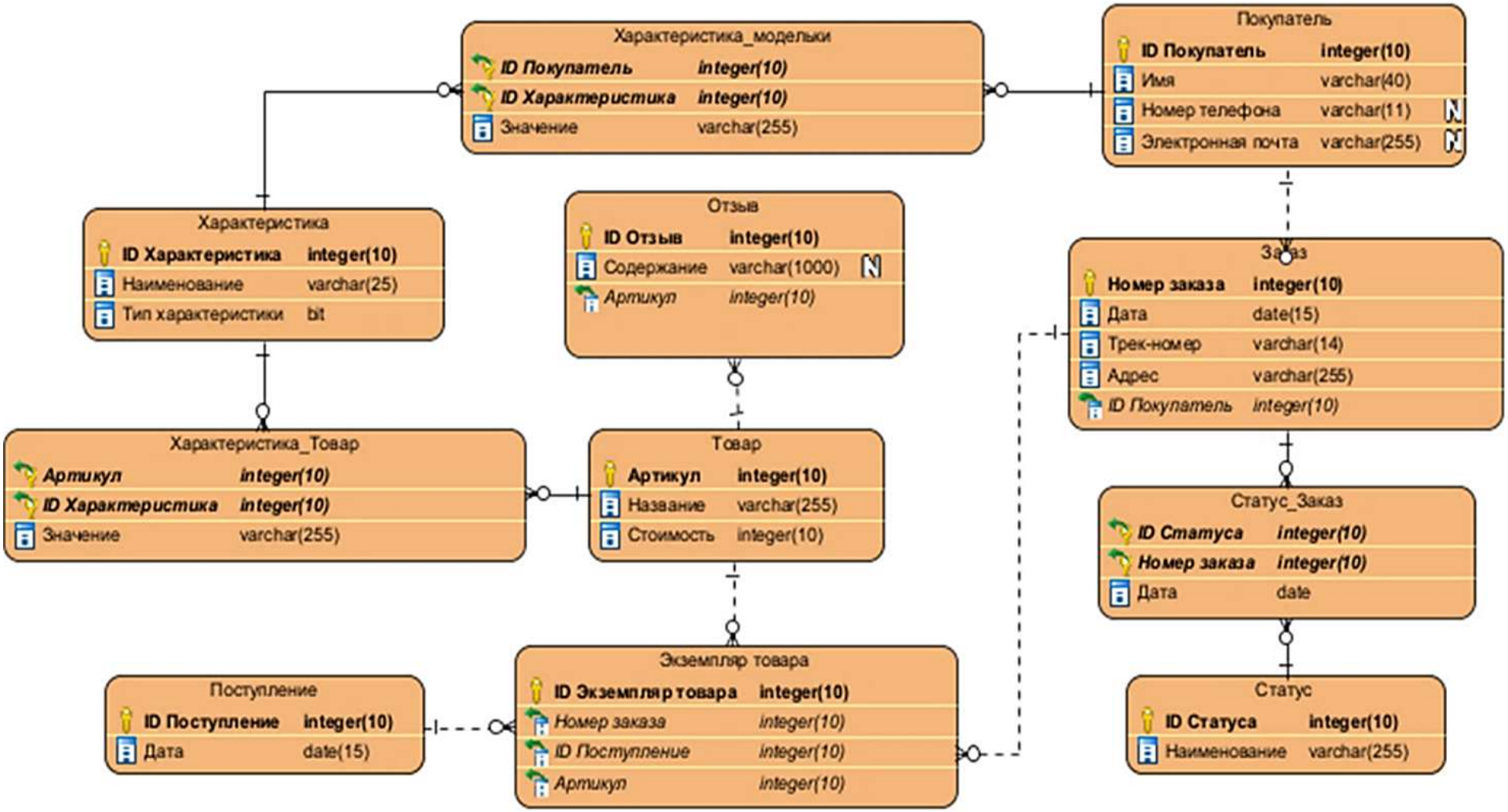


Рисунок 11 – Логическая модель

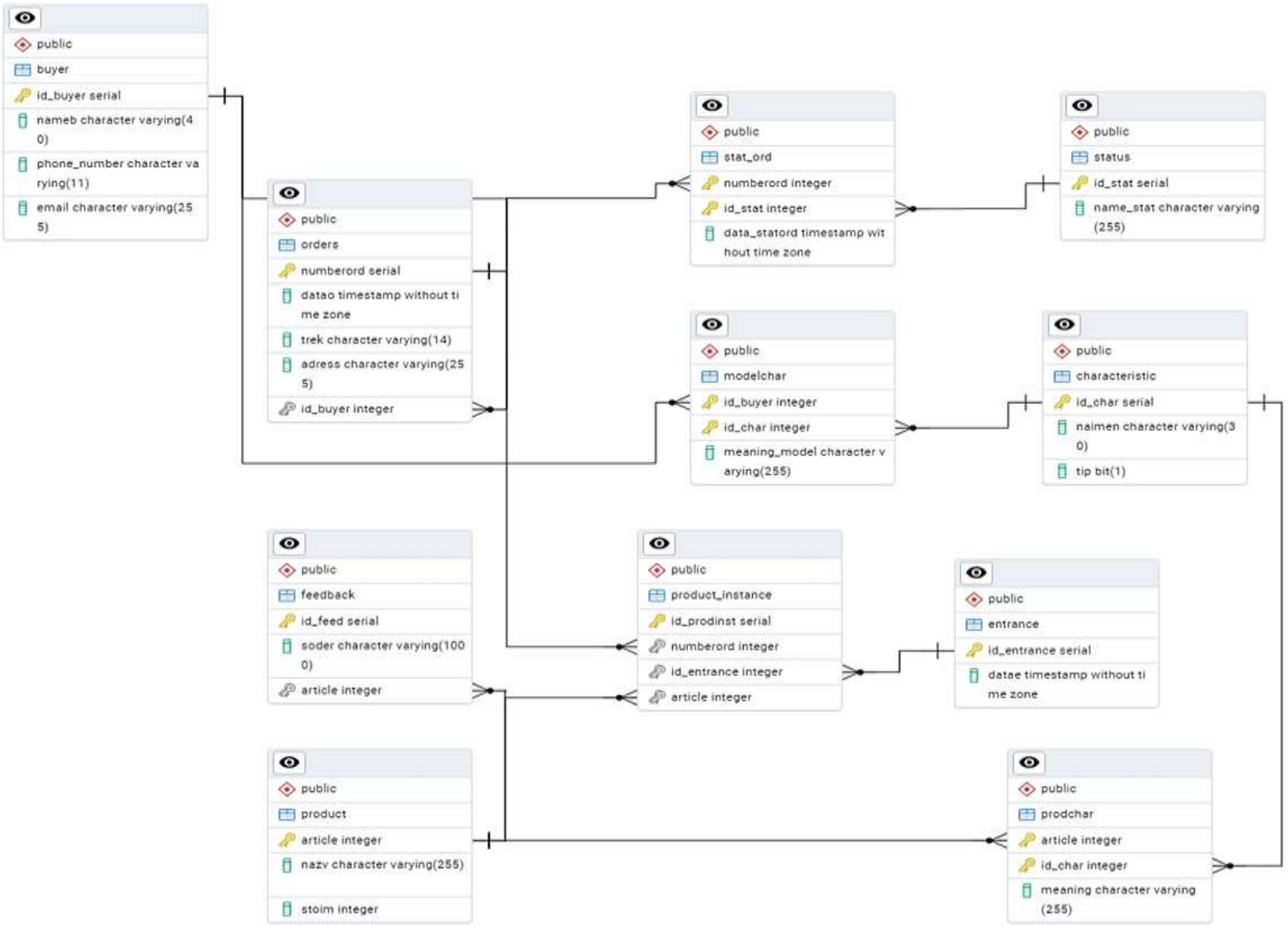


Рисунок 12 – Физическая модель

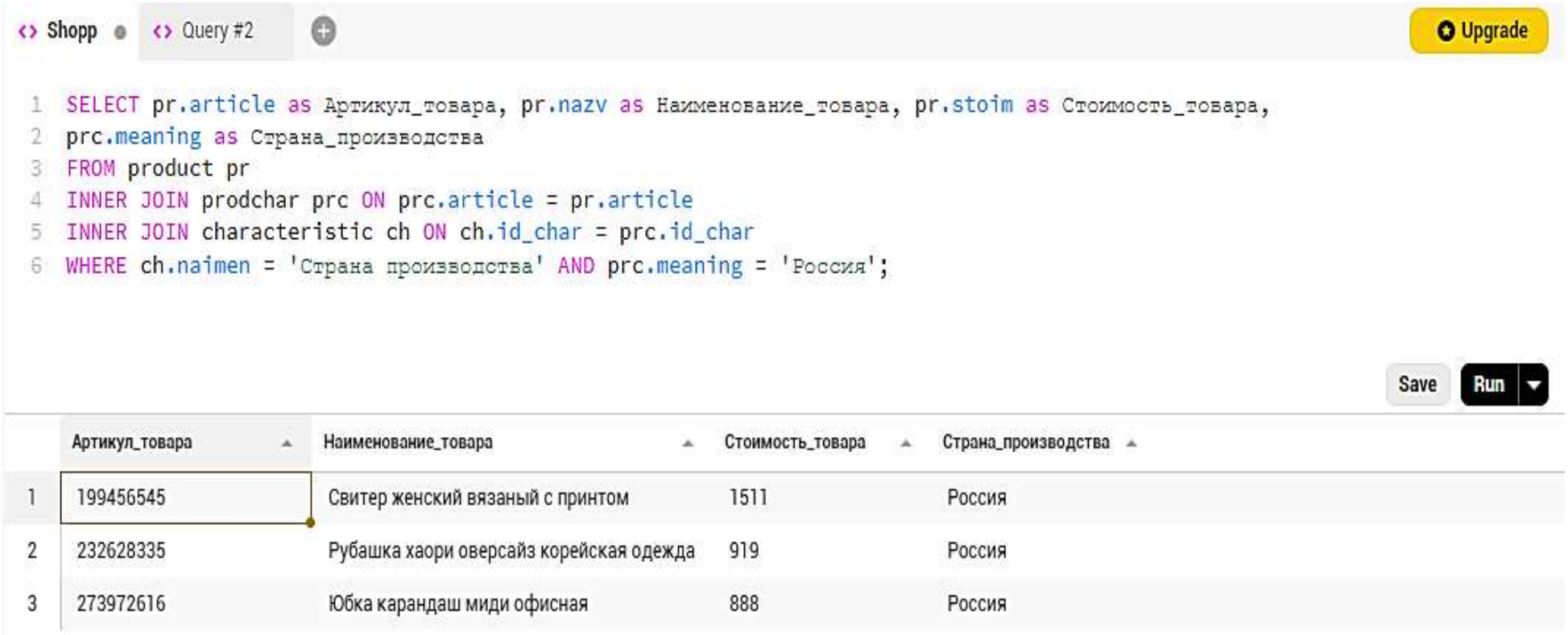


Рисунок 13 – Запрос на вывод всех товаров по заданному критерию

```sql
SELECT pr.article as Артикул_товара, pr.nazv as Наименование_товара,
pr.stoim as Стоимост_товара, o.datao as Дата_и_время_продажи
FROM product pr
INNER JOIN product_instance pi ON pr.article = pi.article
INNER JOIN orders o ON o.numberord = pi.numberord;
```

Save Run

	Артикул_товара	Наименование_товара	Стоимост_товара	Дата_и_время_продажи
1	273972616	Юбка карандаш миди офисная	888	2024-03-12 08:30:00
2	251822611	Носки тёплые высокие набор 5 пар	557	2024-01-01 09:23:05
3	232628335	Рубашка хаори оверсайз корейская одежда	919	2024-12-04 23:06:00
4	199456545	Свитер женский вязаный с принтом	1511	2024-03-03 12:40:55
5	192978517	Набор колец с лунным камнем	372	2025-01-02 15:23:28
6	232628335	Рубашка хаори оверсайз корейская одежда	919	2025-02-25 18:10:34
7	273972616	Юбка карандаш миди офисная	888	2025-03-03 10:15:48

Рисунок 14 – Запрос на вывод всех проданных товаров

```sql
SELECT o.numberord as Номер_заказа, pr.article as Артикул_товара, pr.nazv as Наименование_товара,
pr.stoim as Стоимость_товара, o.datao as Дата_и_время_поступления_заказа
FROM orders o
INNER JOIN stat_ord so ON o.numberord = so.numberord
INNER JOIN product_instance pi ON pi.numberord = o.numberord
INNER JOIN product pr ON pr.article = pi.article
WHERE so.id_stat = 1;
```

Save Run

	Номер_заказа	Артикул_товара	Наименование_товара	Стоимость_товара	Дата_и_время_поступления_заказа
1	5	192978517	Набор колец с лунны…	372	2025-01-02 15:23:28

Рисунок 15 – Запрос на вывод списка поступивших заказов

Между Покупателем и Характеристикой была образована слабая сущность Характеристика модельки. Между Товаром и Характеристикой была образована слабая сущность Характеристики товара. Между Заказом и Статусом была образована слабая сущность Статус заказа. В данные сущности, кроме Статуса заказа были добавлены значения. В Статус заказа была добавлена дата. Во все сущности, кроме Товара и Заказа были добавлены суррогатные ключи — ID. Для реализации связей на логической модели были добавлены внешние ключи.

С помощью PostgreSQL была разработана физическая модель (Рисунок 12).

С помощью SQL (Beekeeper) были составлены запросы:

- на вывод всех товаров по заданному критерию: «Страна производства» - «Россия» (Рисунок 13)
- на вывод всех проданных товаров (Рисунок 14)
- на вывод списка поступивших заказов (Рисунок 15)

В рамках данной работы были проанализированы недостатки существующих онлайн-магазинов одежды, определены цели и задачи проекта, была разработана концепция для онлайн магазина, которая расширит старые и внедрит новые возможности пользователя, наладит связи между участниками процесса и повысит эффективность, а также востребованность онлайн магазинов одежды, была разработана логическая и физическая модели базы данных. Реализованы основные компоненты системы, включая учёт покупателей и заказов. Представленные SQL-запросы демонстрируют работоспособность системы и позволяют эффективно управлять данными. Дальнейшие шаги включают доработку функционала виртуальной примерки и расширение возможностей системы для повышения удобства, и привлекательности онлайн-магазина.

Библиографический список:

1. Микитани Х. М. 3.0. Новый взгляд на торговлю в интернете от основателя Rakuten – одного из крупнейших интернет магазинов в мире //Москва: Гостехиздат. – 2018. – Т. 288.
2. Брайар К., Карр Б. Стратегия Amazon. Инструменты бескомпромиссной работы на впечатляющий результат. – Litres, 2022.

УДК 004.62

Методика мониторинга быстродействия высоконагруженных систем и приложений

Суворов А. И.
Научный руководитель - Рочев К. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

На протяжении десятилетий развитие вычислительных систем во многом определялось законом Мура, согласно которому количество транзисторов на микросхеме удваивалось каждые два года. Это позволяло увеличивать тактовую частоту процессоров и производительность одноядерных систем. Однако в последние годы дальнейший рост частоты столкнулся с физическими ограничениями, связанными с достижением пределов 14,7-нм и меньших технологических норм в производстве процессоров.

Хотя закон Мура продолжает действовать за счёт увеличения числа ядер и оптимизации архитектуры, разработка многопоточных приложений с эффективным распараллеливанием требует значительных ресурсов. При этом объёмы данных и сложность вычислений постоянно растут, что делает оптимизацию программного обеспечения критически важной.

Для повышения производительности программных систем применяются различные методы. Наиболее распространёнными из них являются:

1. оптимизация кода средствами разработки, применяемая на разных фазах компиляции - использование возможностей компилятора и ручная доработка алгоритмов;

2. профилирование быстродействия программного кода на основе инструментальных средств, предоставляемых средой разработки - анализ производительности с помощью встроенных средств разработки;

3. профилирование с помощью собственной реализации замеров быстродействия под конкретную задачу - специализированные системы мониторинга под конкретные задачи;

4. Распараллеливание задач – распределение задач между несколькими ядрами CPU/GPU.

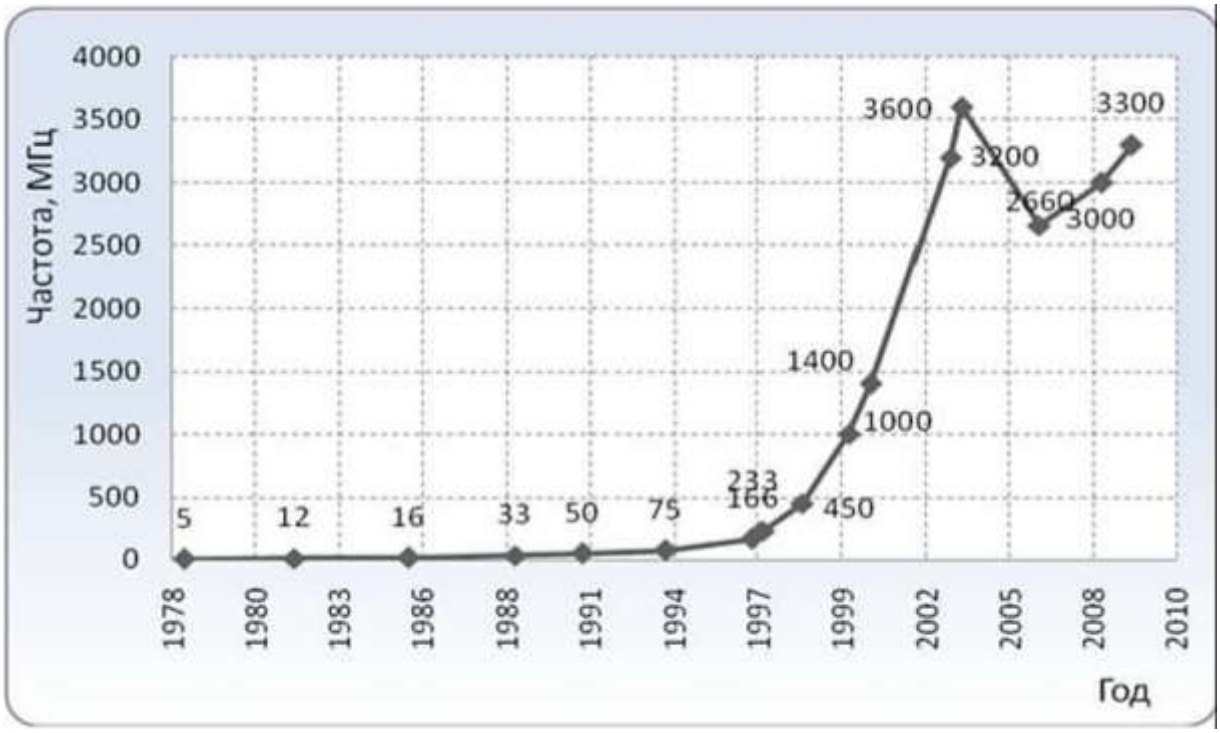


Рисунок 1 – Тактовая частота

Бурное развитие ИТ-рынка приводит к дефициту высококвалифицированных кадров, а при том, что у ряда программистов еще осталась привычка к постоянному росту производительности оборудования, современные программные продукты часто становятся все более сложными и требовательными к ресурсам.

При этом распространяются глобальные сервисы, которым требуется обработка огромных объемов данных, распространяются мобильные устройства с высокими требованиями к энергоэффективности и, зачастую, с низкой производительностью.

Кроме того, любые изменения в уже оптимизированном коде могут привести к значительному снижению производительности приложения, особенно под большой нагрузкой.

Для решения этих проблем необходимы инструменты мониторинга - профилировщики, позволяющие оперативно выявлять узкие места в коде и оптимизировать его эффективность.

Цель проекта заключается в создании программного решения для эффективного отслеживания и анализа производительности приложений, которое будет включать в себя сбор данных о времени отклика, ошибках и других критических метриках.

Основными задачами являются:

1. Анализ современных подходов к профилированию ПО;
2. Проектирование системы;
3. Оформление основной библиотеки профилировщика;

Существующие решения можно разделить на две категории:

1. Встроенные в среду разработки профилировщики – они позволяют во время отладки удобно смотреть и проверять код, и видеть проблемы с производительностью, но не позволяют мониторить выполнение системы, поэтому не удобно каждый раз профилировать перед отправкой изменений на сервер, особенно если много разработчиков.

2. Динамические профилировщики - Позволяющие профилировать код во время выполнения (хорошим примером такого профилировщика является dotTrace от Jetbrainсe. Он позволяет анализировать производительность ПО во время выполнения. Основным его недостатком является большая нагрузка на профилируемое приложение и существенные объемы собираемых данных – несколько гигабайт в час).

Также существует очень похожая система мониторинга производительности от Firebase. Он является прямым аналогом и позволяет мониторить систему в режиме реального времени и выявлять существующие проблемы с производительностью, но работает только на android или ios. Таким образом, полноценных конкурентов на глобальном рынке не найдено. Поэтому было решено создать инструмент, который позволяет мониторить быстродействие приложений в режиме онлайн с минимальной нагрузкой на анализируемое приложение.

Виды профилировщиков	Встроенные в среду		Профилирование во время выполнения		
Профилировщики	VSProfiler	UnityProfiler	DotTracce	Firebase Perfmon	KProfiler (разрабатываемая система)
Быстродействие	-	+	-	+	+
Анализ кода	+	+	+	-	+
Сохранение	+	+	+	+	+
Внесение изменения в код	+	+	+	-	-
Зависимость от среды разработки	-	-	+	+	-
Мониторинг в процессе работы системы	+	+	+	+	+

Рисунок 2 – Аналоги профилировщиков

Основными функциями системы являются сбор данных о быстродействии и ошибках, их вывод и анализ. Для того чтобы обеспечить эти возможности, была разработана библиотека профилирования KProfile, которая является ключевым компонентом системы и подключается к различным ее составляющим. Она представлена как пакет, распространяемый в магазине компонентов NuGet для Visual Studio соответственно с размещением сведений об этом пакете на Git.

Этот компонент подключается через NuGet пакеты к приложению пользователя и позволяет мониторить производительность с использованием аспектно-ориентированного подхода. Также эта библиотека является составной частью веб сервиса и десктопного приложения для анализа данных. В качестве средств разработки использовались Visual Studio, WPF для десктопного приложения, ASP.NET для разработки сервиса сбора и анализа данных и веб клиента, показывающего результаты профилирования по разным приложениям.

Для хранения данных в библиотеке KProfile представлен интерфейс IRepo. А также его базовая реализация на основе файловой системы или обращения к API веб-сервиса. На стороне сервиса он реализуется с помощью репозиториев MongoDB.

Предложенная методика позволяет:

1. Минимизировать нагрузку на профилированные приложения;
2. Обеспечивать гибкость хранения данных;
3. Поддерживать различные типы клиентских приложений;
4. Осуществлять прозрачное внедрение в существующий код.

Данное решение особенно эффективно для высоконагруженных систем.

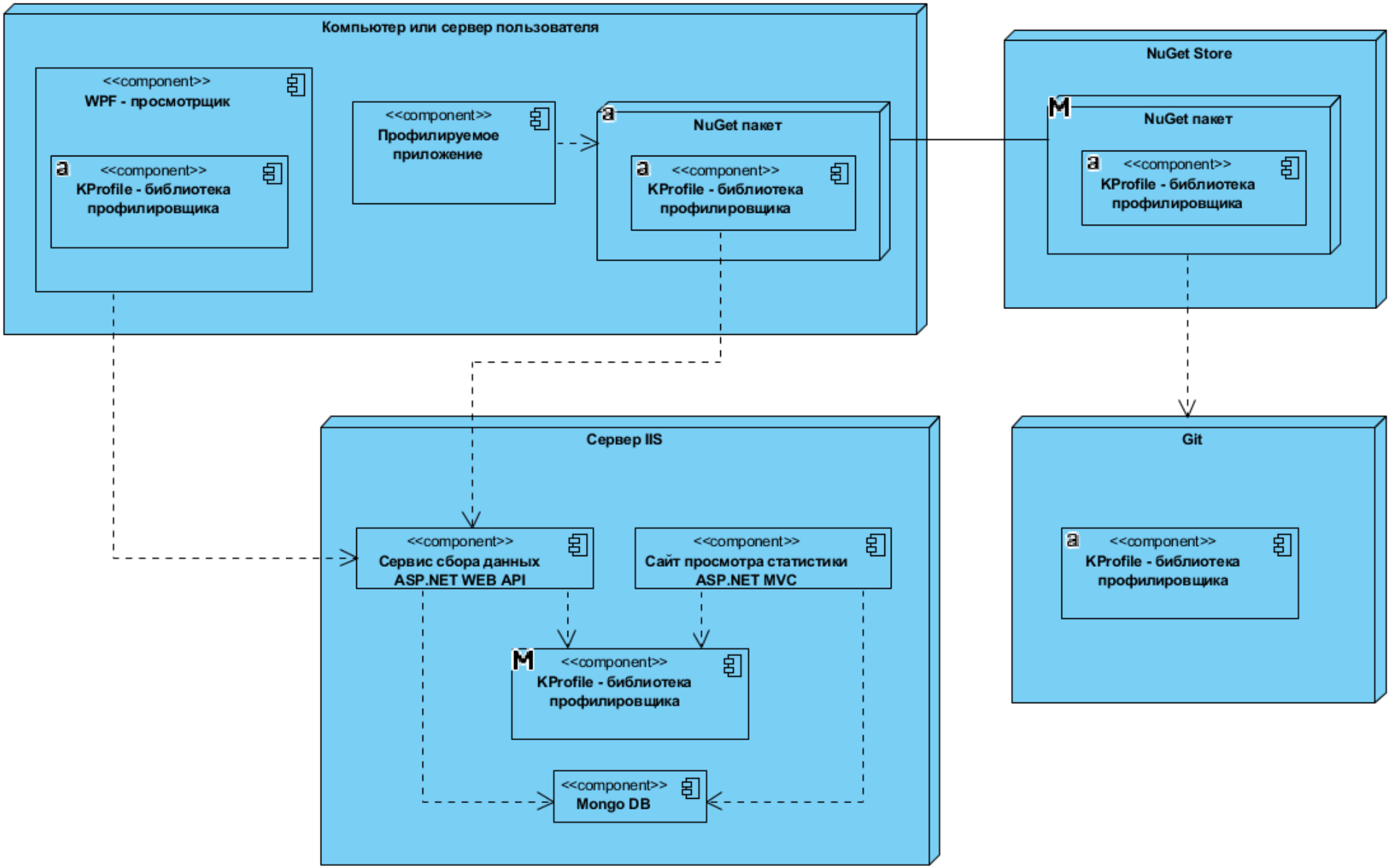


Рисунок 3 – Архитектура профилировщика

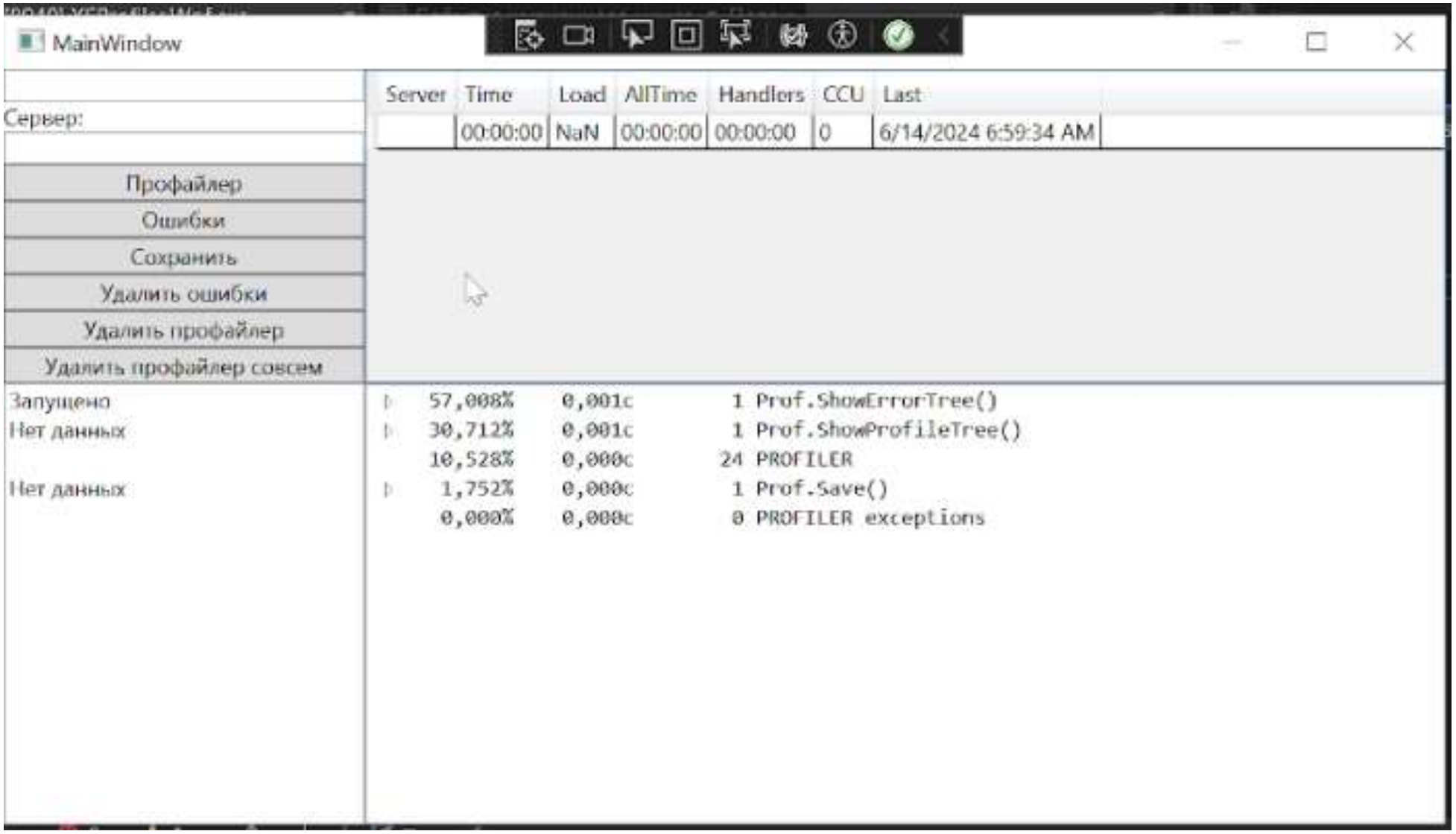


Рисунок 4 – Работа программы профилирования

Для использования профилировщика требуется скачать его из хранилища пакетов NuGet с помощью графического интерфейса или с помощью команды *Install-Package KProfiler*.

Первым шагом использования профилировщика является отметка нужной части функции или классы, которые нас интересуют атрибутом [Profiler], что позволяет точечно отслеживать производительность, снижая нагрузку на анализируемую систему и обеспечивая, при этом, удобство разметки за счет аспектно-ориенированного подхода.

Следующим шагом является уже само профилирование, которое происходит при нажатии на кнопку профайлер.

Здесь представлены данные, которые показывают тот или иной метод, а также выводится время в процентах и секундах затраченного времени.

В ходе работы был проведён анализ современных подходов к профилированию программного обеспечения, что позволило выделить ключевые методы и инструменты для эффективного мониторинга производительности. На основе этого анализа была успешно оформлена основная библиотека профилировщика.

Проделанная работа создаёт фундамент для создания высокоэффективного инструмента профилирования, способного адаптироваться к различным сценариям использования и обеспечивающего детальный анализ производительности приложений.

Библиографический список:

1. Назилин В. С., Чернова В. С., Степаненко Д. А. Перспективы развития цифрового рынка: Закон Хуанга против Закона Мура // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2021. – № 1. – С. 64–68.
2. Зубкова В. В. Анализ актуальности закона Мура // Перспективы развития информационных технологий. – 2014. – № 21. – С. 136–140.
3. Дараган Е. И. Система анализа производительности программного кода // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 9-2. – С. 89–94.
4. Джойша П. Г., Шрайбер Р. С., Банерджи П., Боэм Х.-Дж., Чакрабарти Д. Р. О методике прозрачного расширения возможностей классических оптимизаций компилятора для многопоточного кода // Труды ACM по языкам программирования и системам. – 2012. – Т. 34. – № 2.

УДК 004.62

Веб-платформа для студенческого МФЦ УГТУ

Мамедов Э. А.
Научный руководитель – Кожевникова П. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Ухтинский государственный технический университет (УГТУ) – одно из ведущих высших учебных заведений Республики Коми, где ведётся подготовка специалистов в области нефтегазового дела, информационных технологий, строительства и других направлений.

В УГТУ функционирует Студенческий многофункциональный центр (МФЦ), задачей которого является помощь студентам в решении различных административных вопросов. Центр оказывает содействие как в академической, так и внеучебной деятельности, обеспечивая доступ к справкам, заявлениям и другим важным услугам.

В настоящее время для получения справок или подачи заявлений студентам УГТУ необходимо лично посещать деканаты или отделы социальной защиты, что отнимает значительное количество времени. Высокая загруженность сотрудников также замедляет обработку обращений. Решением данной проблемы является разработка и внедрение веб-платформы, которая позволит студентам подавать заявки онлайн, отслеживать их статус и взаимодействовать с МФЦ дистанционно. Это обеспечит доступность сервиса 24/7, а также снизит нагрузку на персонал.

Цель создания системы — автоматизация процессов Студенческого МФЦ посредством создания веб-платформы, обеспечивающей удобный и эффективный доступ к университетским услугам.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Разработка модели базы данных для хранения информации о заявках.
2. Создание пользовательского веб-интерфейса для подачи заявлений и справок.
3. Автоматизация обработки заявок и минимизация ручного труда сотрудников.
4. Интеграция платформы с существующими информационными системами УГТУ.

Для проектирования информационной системы использовалиссь Ramus и Visual Paradigm. С помощью данных программных обеспечений были разработаны диаграмма потоков данных (Data Flow Diagram) (см. рисунок 1 и рисунок 2), а также логическая модель базы данных (Entity-Relationship Diagram) (см. рисунок 3).

На рисунке 1 представлена диаграмма верхнего уровня, отображающая взаимодействие системы "Студенческий МФЦ" с внешними субъектами:

1. Студенты подают заявления или заказывают справки, прикладывая согласие на обработку персональных данных.

2. Система 1С Университет предоставляет данные о студенте: ФИО, номер студенческого билета, специальность, почту, телефон и группу.

3. Деканат верифицирует данные, подтверждает обучение, предоставляет сведения об успеваемости, датах поступления и отчисления, и выдает справки.

На рисунке 2 показана детализация бизнес-процессов в системе:

1. Подать заявление на мат. помощь – студент заполняет форму, данные отправляются в базу.
2. Заказать справку – автоматически подтягиваются данные из 1С.
3. Получить справку/заявление – студент получает готовый документ.

4. Вынести вердикт – осуществляется рассмотрение и утверждение обращения СПС или деканатом.

5. Формирование отчетности – система позволяет выгрузить список всех заявлений по различным критериям.

В процессе проектирования базы данных было выделено 13 сущностей, каждая из которых хранит необходимую информацию, а именно:

1. Таблица Паспорт – паспортные данные студентов.
2. Таблица Студент – данные студентов.
3. Таблица Группа – данные о группах.
4. Таблица Факультет – данные о факультетах.
5. Таблица Заявление – данные о заявлениях.
6. Таблица Категория – список категорий.
7. Таблица Студент_Категория – закрепление категорий за студентом.
8. Таблица Заявление_Статус – конкретный статус за заявлением.
9. Таблица Статус – список статусов.
10. Тип завявления – список типов заявления.
11. Таблица Вид документа_Тип заявления – закрепление вида документа за типом заявления.
12. Таблица Вид документа – список видов документов.
13. Таблица Документ – данные о документах.

При открытии страницы сайта будет сначала открыта страница авторизации (см. рисунок 4). После введения данных (логин – номер студенческого билета, пароль – номер паспорта) и нажатия на кнопку “Войти”, пользователю на почту отправится сообщение с новым паролем для дальнейшей работы с аккаунтом.

После авторизации открывается главная страница сайта (см. рисунок 5). На этой странице отображается кликабельные иконки “Профиль” и “Меню”.

При нажатии на иконку “Профиль” откроется страница профиля студента (см. рисунок 6). На странице профиля отображаются данные студента. Сам студент может подгрузить в свой профиль скан паспорта.

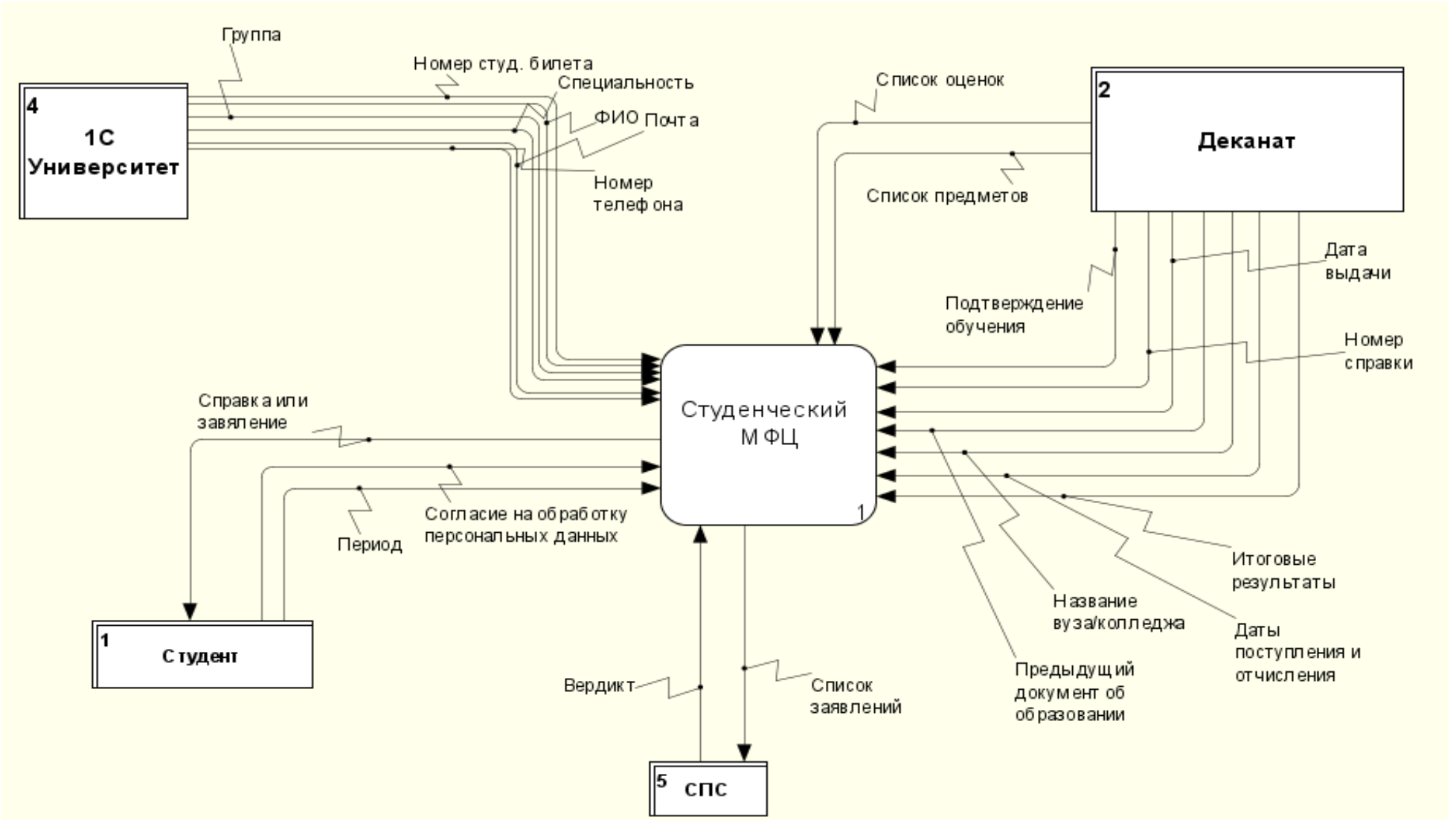


Рисунок 16 - Data Flow Diagram (0 уровень)

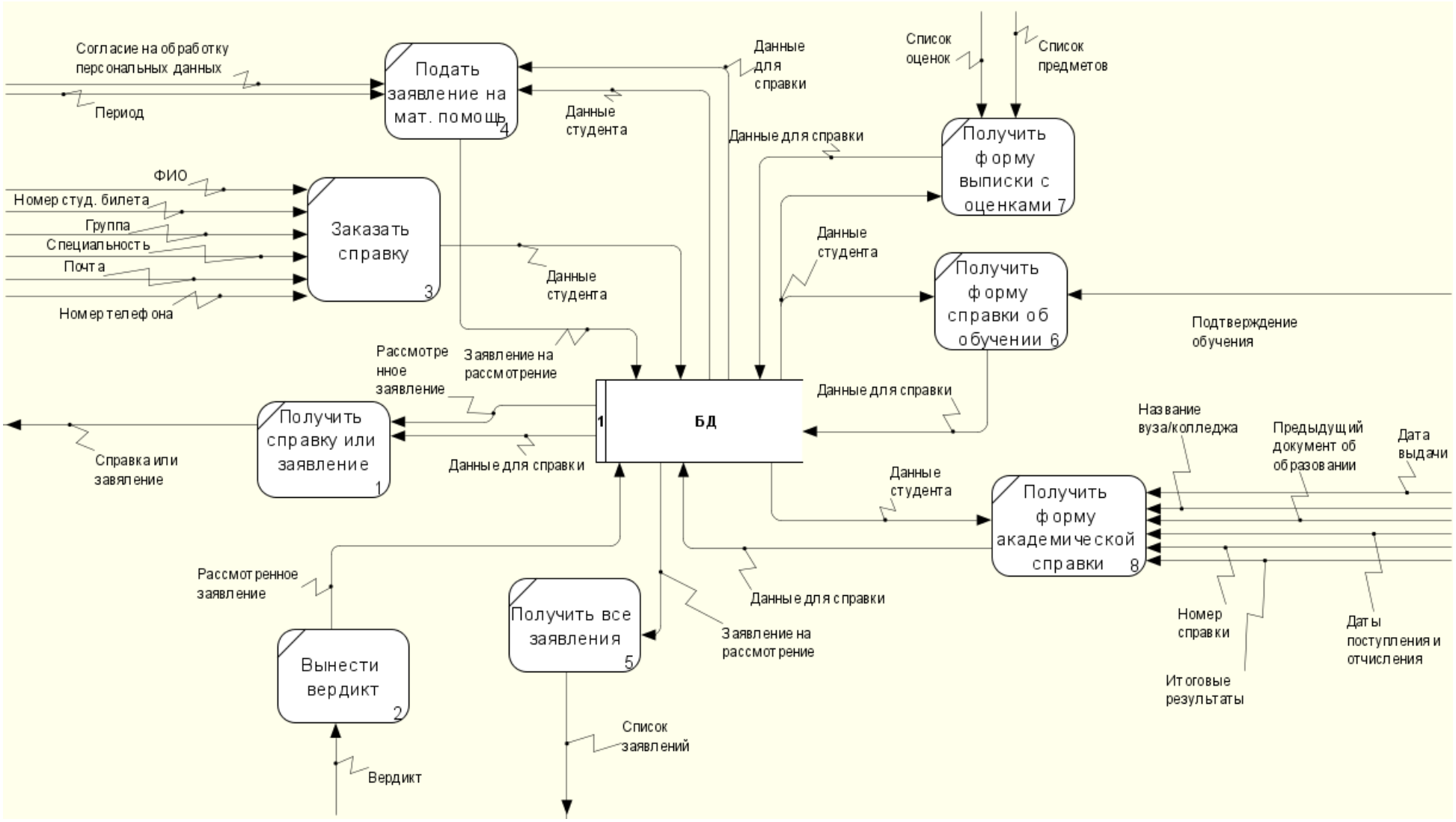


Рисунок 17 - Data Flow Diagram (1 уровень)

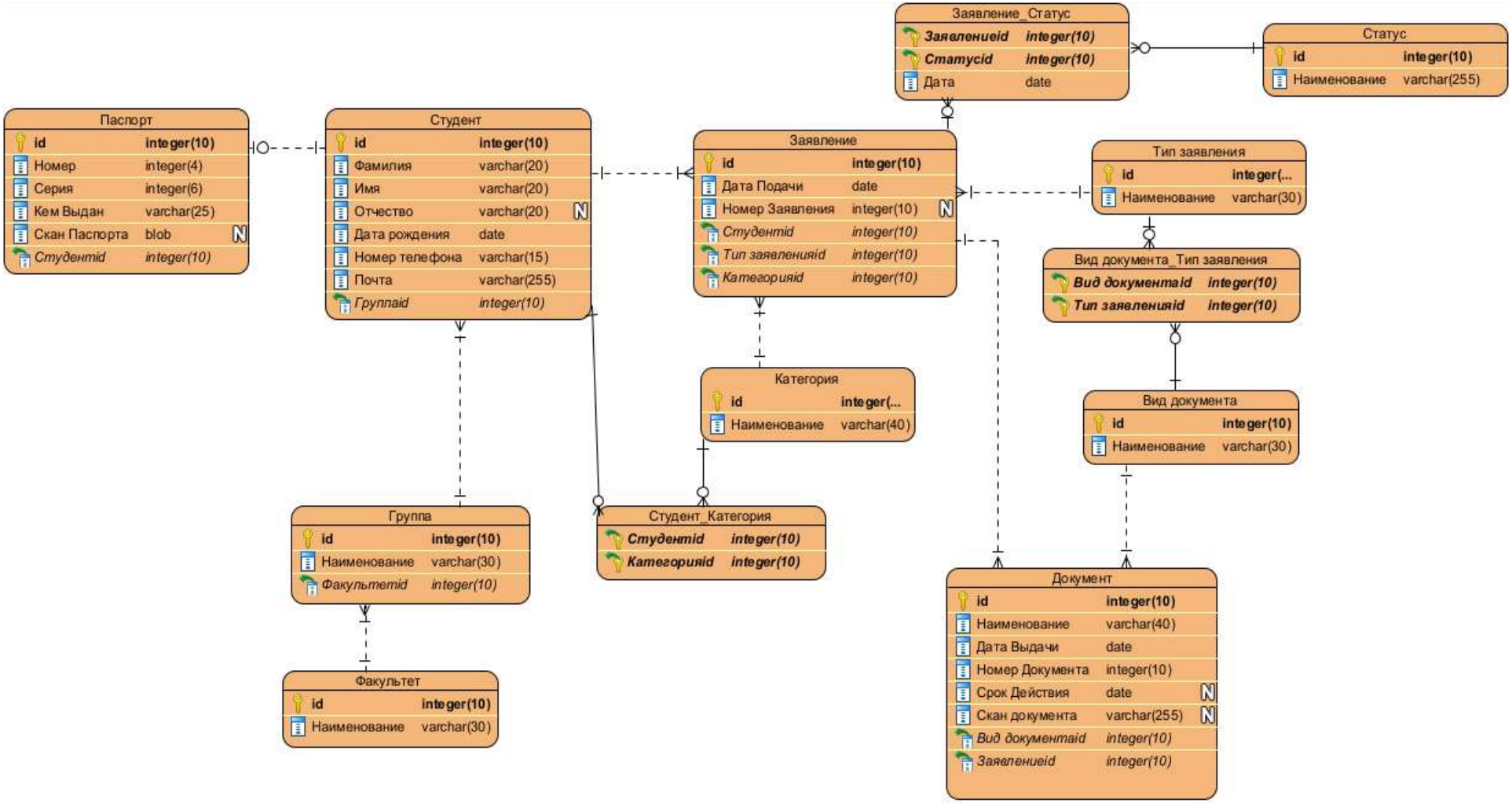


Рисунок 18 - Логическая модель

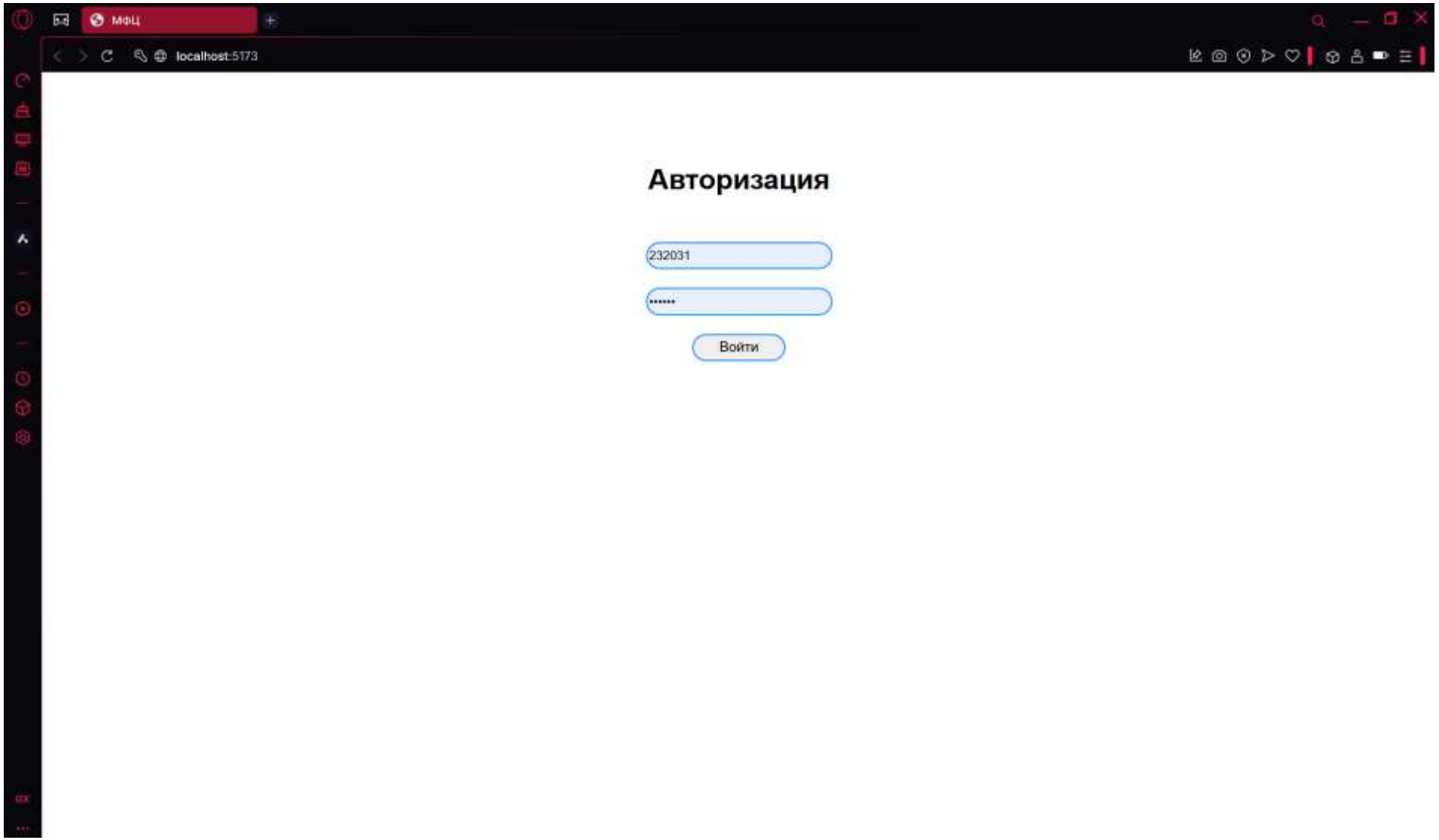


Рисунок 19 - Страница авторизации

Рисунок 20 - Главная страница

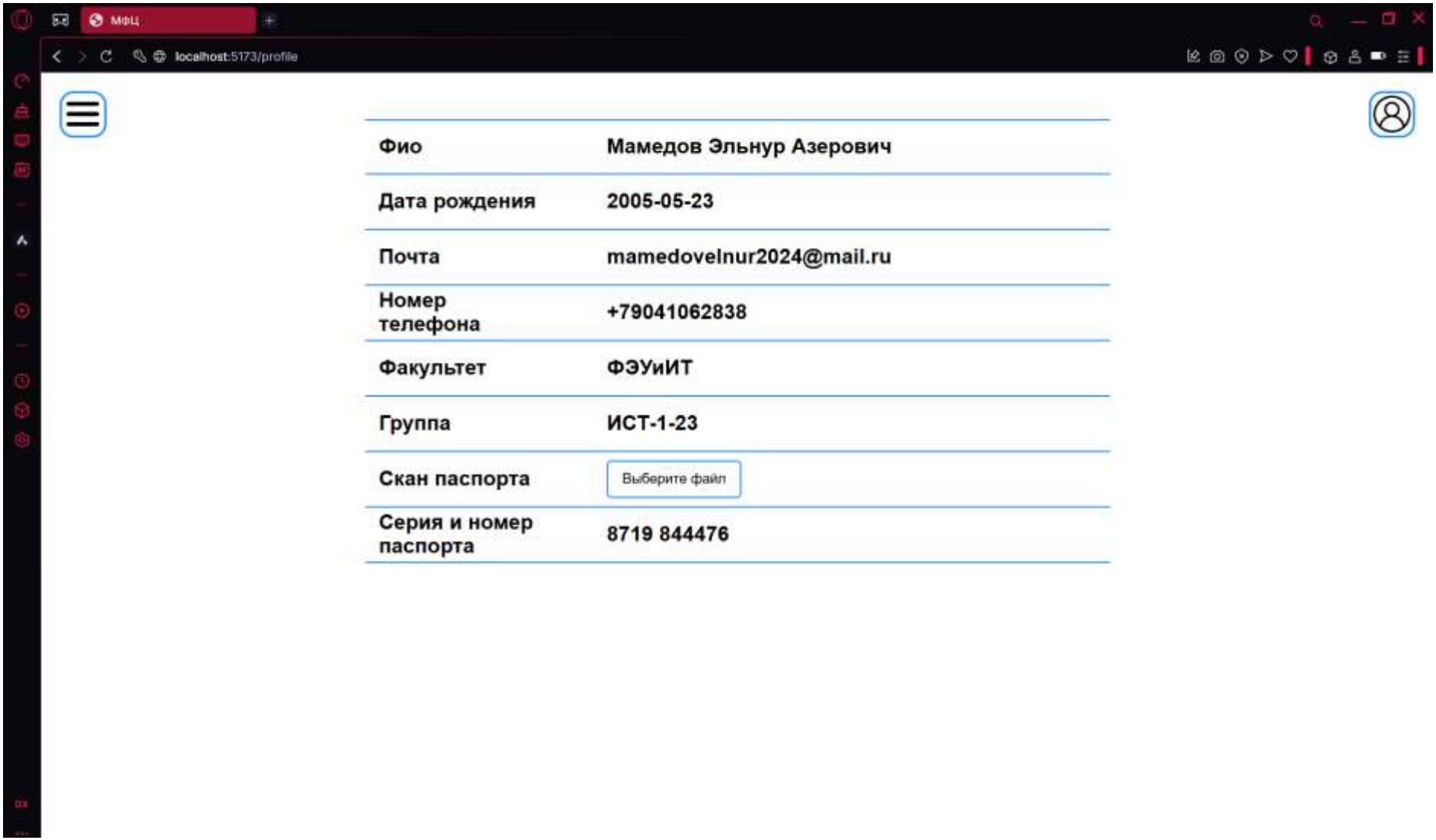


Рисунок 21 - Страница профиля

При нажатии на иконку “Профиль” откроется страница профиля студента (см. рисунок 6). На странице профиля отображаются данные студента. Сам студент может подгрузить в свой профиль скан паспорта.

Информационная система «Студенческий МФЦ» предоставляет студентам удобный и современный инструмент для взаимодействия с университетской администрацией. Она упрощает процесс подачи заявлений, получения справок и контроля за ходом их рассмотрения. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу и автоматизированной обработке данных, студенты могут эффективно решать административные вопросы без лишней бюрократии. Это не только экономит время, но и формирует у студентов навыки цифрового взаимодействия, что особенно важно в условиях современной образовательной среды. Система способствует повышению прозрачности и доступности учебного процесса, создавая комфортную и технологичную среду для каждого обучающегося.

Библиографический список:

1. Рочев К. В. Базы данных [Текст] : методические указания / К. В. Рочев, П. В. Кожевникова, В. Е. Кунцев. – Ухта: УГТУ, 2021. – 44с.
2. Кунцев В. Е. Хранилище данных и системы бизнес-аналитики [Текст] : учебное пособие / В. Е. Кунцев, П. В. Кожевникова, К. В. Рочев. – Ухта: УГТУ, 2021. – 63с.
3. Проектная деятельность как средство формирования проектного мышления студентов вуза / Е.И. Горюхина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2018. - №18. – С. 167-171.

УДК 331.087

Связь между средним рейтингом вузов и демографическими показателями в регионах России

Сурай А. А.
Научный руководитель - Рочев К. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Современные университеты играют ключевую роль в социально-экономическом развитии регионов, выступая не только центрами подготовки кадров, но и драйверами научно-технологического прогресса, культурного обмена и урабанизационных процессов. Их влияние проявляется через привлечение молодежи, создание высококвалифицированных рабочих мест и формирование инновационной экосистемы. В этом контексте особенно интересно проследить, каким образом присутствие сильных университетов коррелирует с демографическими тенденциями, в частности - с уровнем рождаемости, который отражает как текущее социальное самочувствие населения, так и долгосрочный человеческий капитал территории.

Однако анализ этой взаимосвязи осложняется множеством сопутствующих факторов: миграционными потоками, структурой занятости, доступностью жилья и другими социально-экономическими условиями, которые могут опосредовать влияние высшего образования на демографию. Кроме того, запаздывающий эффект воздействия образовательной активности университетов на демографические изменения требует особого внимания к динамике процессов. Все это делает исследование связи между качеством высшего образования и рождаемостью не только актуальной научной задачей, но и важным инструментом для формирования эффективной региональной политики.

Цель данного исследования – провести анализ потенциальной взаимосвязи между качеством высшего образования, измеряемым через средние рейтинговые показатели вузов, и демографическими тенденциями, выраженными в количестве родившихся детей, по регионам Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1) Собрать статистику по средним рейтингам вузов России и их филиалов.
2) Собрать данные о количестве родившихся детей по регионам.
3) Проанализировать степень связи между средним рейтингам вузов и рождаемости.

Для проведения исследования были использованы агрегированные данные рейтингов вузов России и их филиалов, опубликованные на сайте best edu.

Для целей исследования был разработан специализированный программный алгоритм на языке C#, осуществляющий сбор и обработку агрегированных данных о рейтинговых показателях высших учебных заведений с информационного ресурса Best-Edu.ru. Реализация алгоритма включала следующие этапы:

1) Проектирование и реализация парсинга данных,
2) Алгоритм обработки (Нормализация полученных показателей).

Чем ближе к белому цвету регион, тем больше количество университетов.

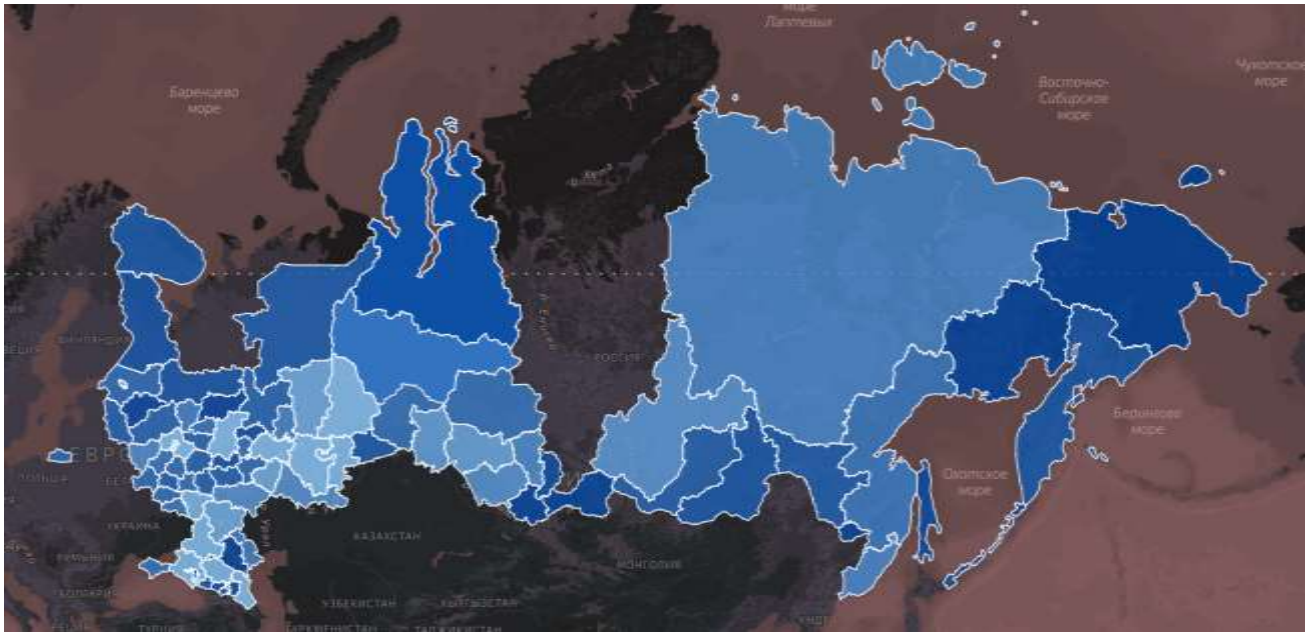


Рисунок 1 – Количество университетов

Чем ближе к зелёному цвету регион, тем вышесредний рейтинг вузов.

Рисунок 2 – Средний рейтинг вузов

Рейтинг включает в себя пять основных показателей:

1. Мониторинг эффективности,
2. Оценка качества обучения,

3. Общественная аккредитация,
4. Первая миссия,
5. Международное признание.

Данные о количестве родившихся детей по регионам были взяты из официальной статистики Росстата. Для анализа использовался метод корреляционного анализа, который позволяет оценить степень связи между двумя переменными.

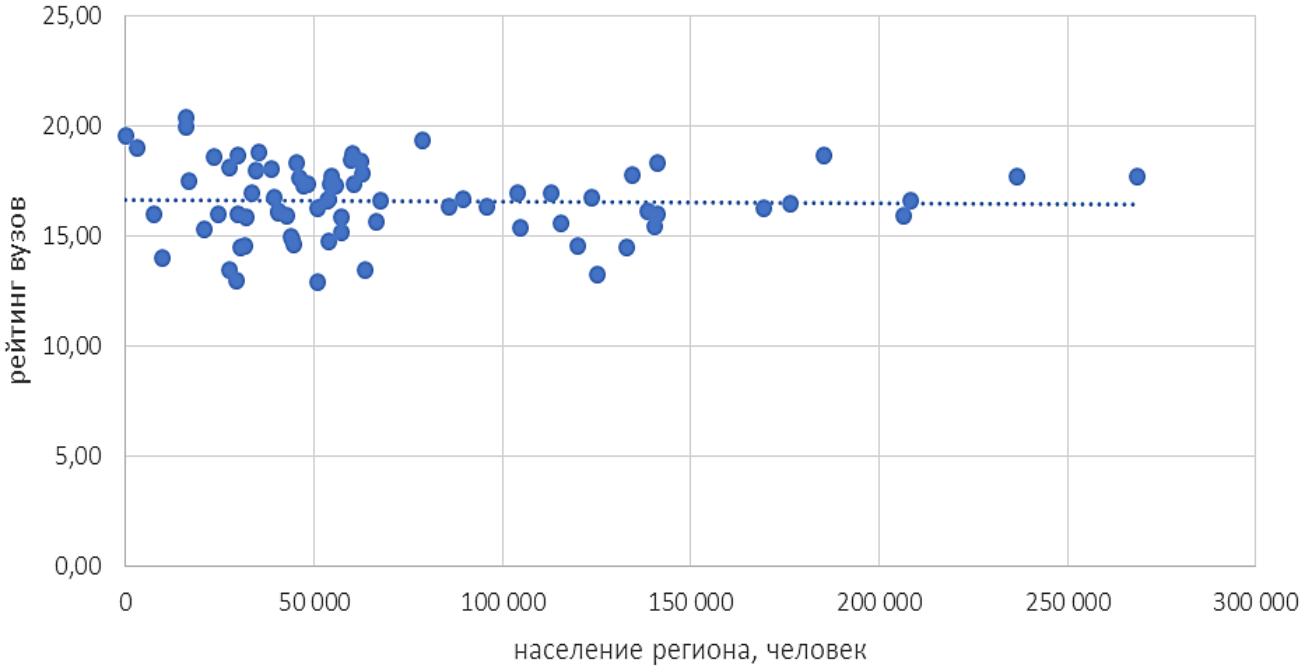


Рисунок 3 – Зависимость среднего рейтинга вузов от населения региона

Таблица 1 - Корреляция среднего рейтинга вузов по региону и размера региона.

Показатель	**Коэффициент корреляции**
Суммарный рейтинг	0,0296
Мониторинг эффективности	0,0671
Оценка качества обучения	+0,0052
Общественная аккредитация	0,0506
Первая миссия	-0,0001
Международное признание	0,0016

Как видно из таблицы, все коэффициенты корреляции близки к нулю, что свидетельствует об отсутствии значимой связи между средним рейтингом вузов и количеством родившихся детей в регионах. Наибольшее значение коэффициента наблюдается для показателя "Мониторинг эффективности" (0,0671), однако и оно не является статистически значимым.

Несмотря на то, что анализ данных за текущий период не выявил значимой связи между средним рейтингом вузов и рождаемостью в регионах, интересно рассмотреть эту динамику за более длительный промежуток времени. Возможно, расширение временных рамок позволит обнаружить иные закономерности или тенденции, которые не проявляются в краткосрочной перспективе.

Кроме того, стоит обратить внимание на отдельные регионы, где влияние высшего образования на демографические показатели может отличаться от общей картины. Например, в Республике Коми коэффициенты корреляции между рейтингом вузов и рождаемостью могут демонстрировать несколько иную динамику.

Таблица 2 - Корреляция среднего рейтинга вузов по региону и рождаемость за 2015-2024 гг

Показатель	**Коэффициент корреляции**
Образовательная деятельность	0,017309
Научно-исследовательская деятельность	0,136371
Международная деятельность	-0,02286
Финансово-экономическая деятельность	-0,09214
Заработная плата ППС	-0,18457

Результаты корреляционного анализа по Республике Коми не выявили существенной зависимости между качеством высшего образования и демографическими тенденциями в регионах. Коэффициенты корреляции оказались статистически незначимыми, что указывает на отсутствие выраженной связи между этими факторами.

В результате проведенное исследование не выявило значимой корреляции между средним рейтингом вузов и количеством родившихся детей в регионах России. Это подчеркивает сложность и многогранность факторов, влияющих на демографическую ситуацию и качество образования, и указывает на необходимость дальнейших исследований с учетом более широкого круга переменных. В будущих работах целесообразно рассмотреть влияние других аспектов, таких как уровень доходов населения, доступность жилья и инфраструктуры, на демографические тенденции и качество образования.

Библиографический список:

1. Жуковская М. Э. Рейтинги вузов: международный и российский подходы //Высшее образование в России. – 2012. – №. 8-9. – С. 15-25.
2. Артюшина И. А., Шутилин В. А. Рейтинги вузов в России и мире //Высшее образование в России. – 2009. – №. 2. – С. 15-18.
3. Агрегатор независимой оценки высшего образования [Электронный ресурс]. - https://best-edu.ru/ (20.03.2025)
4. Официальная статистика Росстата. [Электронный ресурс]. - https://rosstat.gov.ru (20.03.2025)

УДК 519.623

Анализ устойчивости алгоритмов решения задачи Change-Point Problem

Ведерников Д. А.
Научный руководитель – Григорьевых А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Задача обнаружения точек изменения (Change-Point Problem, CPP) имеет важное значение в анализе временных рядов, экономике, биоинформатике и других областях. Её суть заключается в выявлении моментов, когда статистические свойства данных (среднее, дисперсия, тренд) претерпевают значительные изменения.

Несмотря на существование множества алгоритмов (PELT, BinSeg, CUSUM, методы машинного обучения), их устойчивость к шумам, уровень ложных срабатываний и адаптивность к различным типам данных остаются ключевыми проблемами.

Цель исследования – провести сравнительный анализ устойчивости алгоритмов CPP на основе метрик точности, полноты и F1-меры. В рамках реализации поставленной задачи разработано программное средство для автоматизированного обнаружения точек изменения во временных рядах с использованием современных алгоритмов машинного обучения и статистических методов. Разработка осуществлена на языке Python с применением следующих технологий и библиотек: numpy, pandas, marplotlib.pyplot, tkinter, ruptures, tensorflow/keras, sklearn.

Экспериментальная часть работы выполнена на данных индекса S&P 500 за период с 2020 по 2023 год (Рисунок 1). В качестве эталонных точек изменения были выбраны шесть ключевых экономических событий, включая пандемию COVID-19 и геополитический кризис 2022 года. Все алгоритмы тестировались на едином наборе данных с одинаковыми условиями. Метод PELT реализован с параметрами model="rbf", min_size=30 и pen=3. Для BinSeg и Dynamic установлены аналогичные минимальные размеры сегментов (30 дней) и количество точек изменения (15). Алгоритм CUSUM использовал пороговое значение в три стандартных отклонения. Нейросетевая модель LSTM состояла из двух слоев по 128 нейронов с коэффициентом dropout 0.2. Ансамблевый метод объединял результаты PELT, BinSeg и LSTM через простое голосование. Особое внимание уделялось вопросу воспроизводимости результатов - все эксперименты проводились на фиксированном наборе данных с контролируемыми параметрами инициализации.

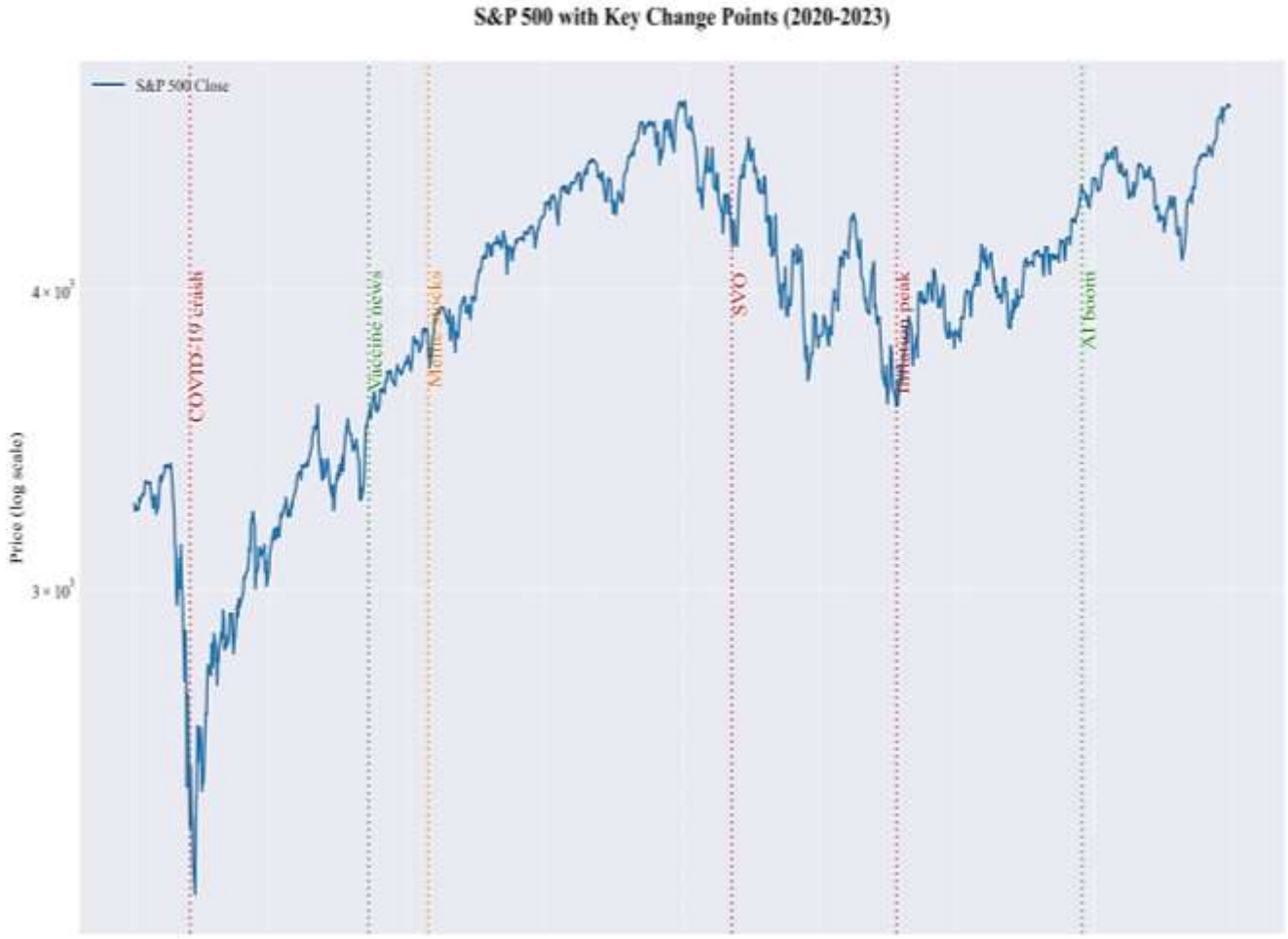
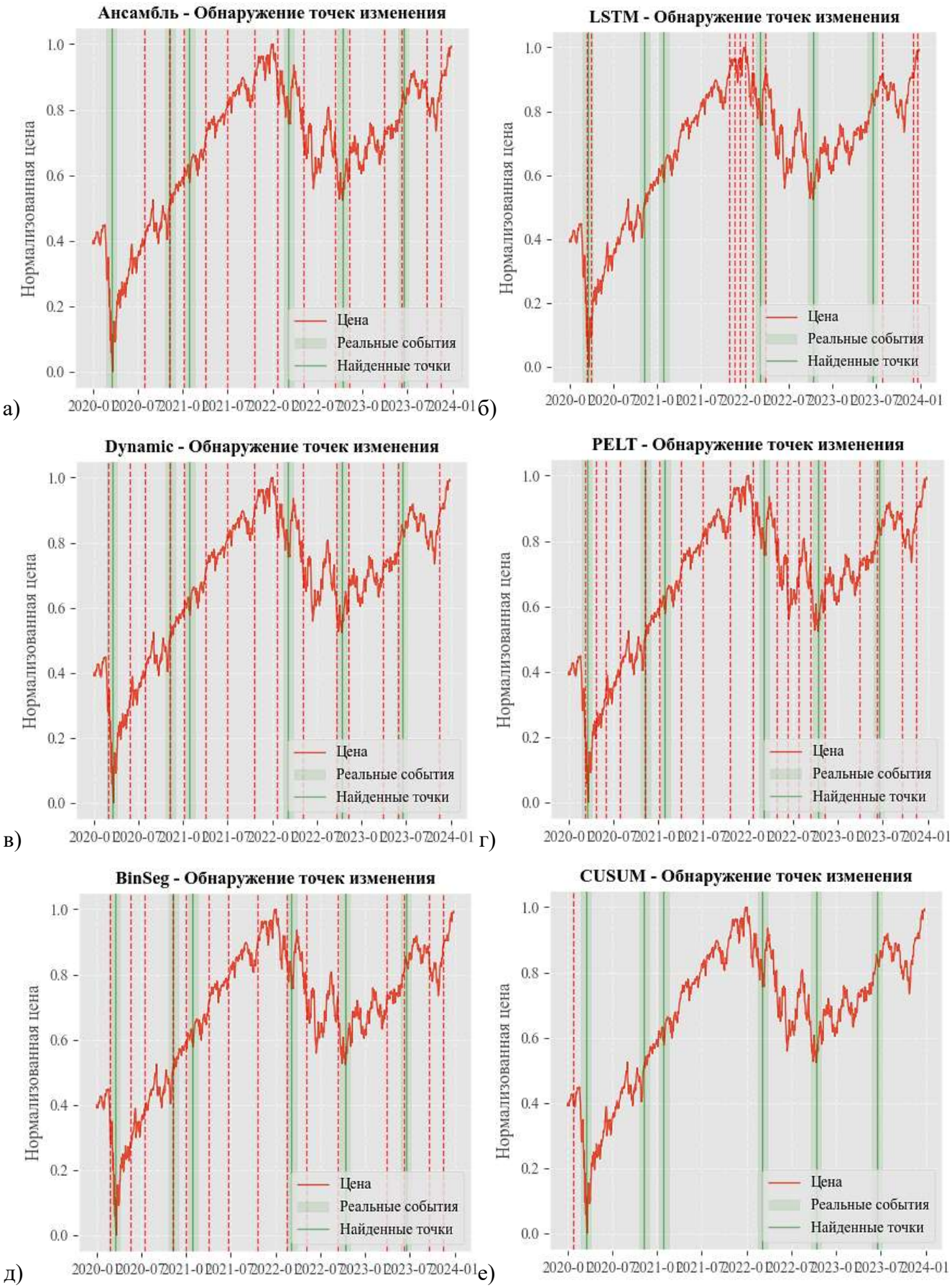


Рисунок 1 – S&P 500 (2020-2023 г.) с ключевыми экономическими событиями

Проведенный анализ выявил существенные различия в эффективности исследуемых методов (Таблица 1). Наилучшие показатели полноты продемонстрировал алгоритм BinSeg, обнаруживший все шесть эталонных точек изменения. Однако этот результат достигнут ценой большого количества ложных срабатываний (10 из 16 обнаруженных точек), что отразилось на относительно низкой точности (0.40) и F1-мере (0.05). Методы PELT и Dynamic показали сходные результаты по полноте (0.83), но Dynamic оказался несколько точнее (0.33 против 0.26 у PELT). Алгоритм CUSUM продемонстрировал полную неэффективность в данной задаче, обнаружив всего одну точку, которая оказалась ложной. Нейросетевая модель LSTM показала средние результаты (точность 0.27, полнота 0.50), уступая классическим методам, что может быть связано с недостаточным объемом обучающей выборки. Ансамблевый подход занял промежуточное положение, обеспечив компромисс между точностью (0.29) и полнотой (0.67).



а) Ансамблевый метод, *б*) LSTM, *в*) Dynamic, *г*) PEL, *д*) BinSeg, *е*) CUSUM

Рисунок 2 – Применение методов обнаружения точек изменения на данных S&P 500 (2020-2023 г.)

Таблица 1 – Сравнение методов обнаружения

Метод	Обнаружено точек	Попаданий (в реальные события)	Ложных срабатываний	Точность	Полнота	F1-мера
PELT	20	5/6 (83%)	15	0.26	0.02	0.04
BinSeg	16	6/6 (100%)	10	0.40	0.03	0.05
Dynamic	16	5/6 (83%)	11	0.33	0.02	0.04
CUSUM	1	0/6 (0%)	1	0.00	0.00	0.00
LSTM	11	3/6 (50%)	8	0.27	0.01	0.02
Ансамбль	15	4/6 (67%)	11	0.29	0.02	0.03

Результаты исследования позволяют сделать несколько важных выводов. Во-первых, классические алгоритмы (BinSeg, PELT, Dynamic) демонстрируют значительно большую устойчивость по сравнению с методом CUSUM и нейросетевыми подходами. Во-вторых, выбор конкретного метода должен определяться приоритетами решаемой задачи: для максимального охвата изменений предпочтительнее BinSeg, а для баланса между точностью и полнотой - Dynamic. В-третьих, низкая эффективность LSTM в данном эксперименте указывает на необходимость дополнительных исследований по адаптации методов машинного обучения к задачам обнаружения точек изменения. Перспективным направлением представляется разработка гибридных подходов, сочетающих преимущества классических статистических методов и современных алгоритмов искусственного интеллекта. Полученные результаты имеют практическую ценность для специалистов, работающих с анализом временных рядов в различных предметных областях.

Библиографический список:

1. Bai J., Perron P. Computation and analysis of multiple structural change models // *Journal of Applied Econometrics*. – 2003. – Vol. 18, № 1. – P. 1–22. – DOI: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jae.659. Текст: непосредственный.
2. Change Point Detection in Python: A Practical Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://towardsdatascience.com/change-point-detection-in-python-a-practical-guide-32dc0239c9e2 (дата обращения: 15.03.2025).
3. Killick R., Fearnhead P., Eckley I.A. Optimal detection of changepoints with a linear computational cost // *Journal of the American Statistical Association*. – 2012. – Vol. 107, № 500. – P. 1590–1598. – DOI: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01621459.2012.737745. Текст: непосредственный.
4. Ruptures: Change Point Detection in Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://centre-borelli.github.io/ruptures-docs/ (дата обращения: 15.03.2025).
5. Truong C., Oudre L., Vayatis N. Selective review of offline change point detection methods // *Signal Processing*. – 2020. – Vol. 167. – P. 107299. – DOI: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165168419303494?via%3Dihub. Текст: непосредственный.

УДК 004.62

Информационная система «Электронный журнал старосты»

Тюнева П. А.
Научный руководитель – Кожевникова П. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

На данный момент в Ухтинском Государственном Техническом Университете обучается около шести тысяч студентов. Это примерно 250 учебных групп по разным специальностям. Среднее количество обучающихся в группе – 24 человека.

Примерно 250 старост ежедневно записывают посещаемость студентов своих групп. Они ведут бумажные журналы, которые сдают в деканат, для контроля посещаемости студентов.

Система, о которой пойдет сейчас речь, разрабатывается для упрощения и автоматизации процесса учета посещаемости студентов в УГТУ. Она обеспечит актуальную информацию и поможет кураторам и деканату контролировать посещаемость студентов.

Староста группы – ответственный студент, выбранный посредством голосования, для взаимодействия между деканатом и учебной группой, а также для ведения журнала посещаемости. Староста ведет ежедневный предметный учет посещаемости занятий обучающимися группы и приводит итог по каждой неделе и в общем в течение семестра.

Среди недостатков бумажного журнала можно выделить следующее:

− Трудоёмкость. Ведение бумажного журнала требует значительных временных затрат и усилий со стороны старосты.

− Ошибки и неточности. Вручную внесённые данные могут содержать ошибки или неточности, которые сложно исправить.

− Ограниченный доступ. Преподаватели и администрация не всегда имеют оперативный доступ к данным журнала, что усложняет контроль и анализ посещаемости.

− Потеря данных. Бумажный журнал может быть утерян или испорчен

Из этого можно сделать вывод, что переход на электронный журнал старосты может значительно упростить процесс учёта посещаемости, повысить точность данных и предоставить оперативный доступ к информации всем заинтересованным лицам.

Цель проекта: разработка автоматизированной системы, которая предоставит централизованный доступ к данным разным участникам процесса.

Цель данного этапа: разработать физическую модель базы данных и интерфейсы.

Задачи: реализация подсистемы для старосты;

− реализация подсистемы для преподавателя;

− реализация подсистемы для куратора;

− реализация подсистемы для сотрудников деканата;

− реализация подсистемы для студента.

Для проектирования информационной системы использовались: Ramus – для разработки диаграммы потоков данных (Рисунок 1-2); Visual Paradigm – для создания логической модели базы данных (Рисунок 3).

Выделены следующие сущности, принимающие участие в процессе:

1. Староста.
2. Куратор.
3. Преподаватель.
4. Студент.
5. Сотрудник деканата.

Система должна предоставлять возможность:

− Сотрудникам деканата: формировать отчеты о посещаемости и вносить информацию о студентах, составе групп и преподавателях.

− Старосте: вносить данные о посещаемости группы и редактировать уже имеющиеся в журнале.

− Куратору: формировать отчет о посещаемости группы.

− Преподавателю: подтверждать достоверность вносимых старостой данных.

− Студенту: формировать отчет о своей посещаемости.

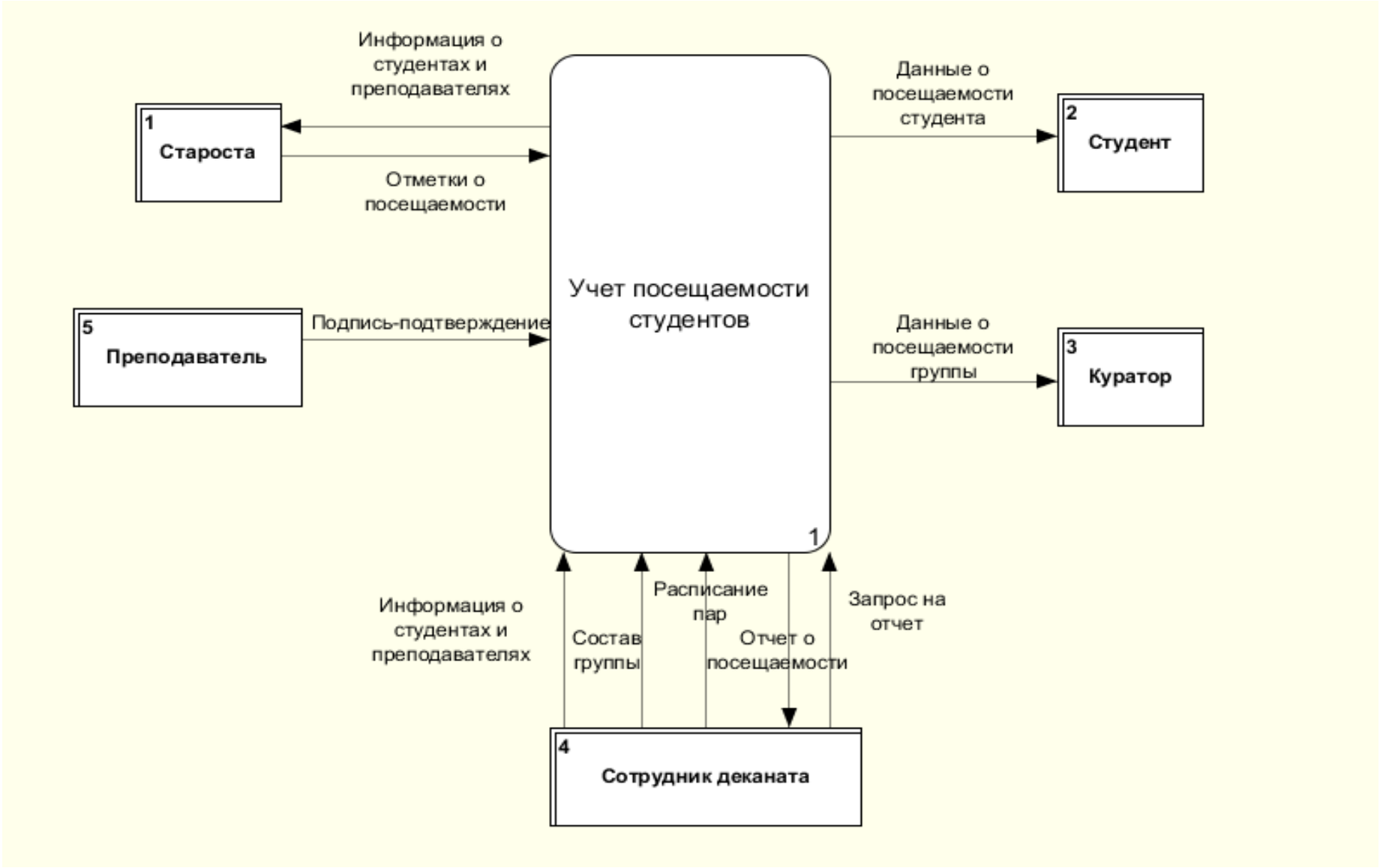


Рисунок 1 – ДФД-диаграмма 0-го уровня

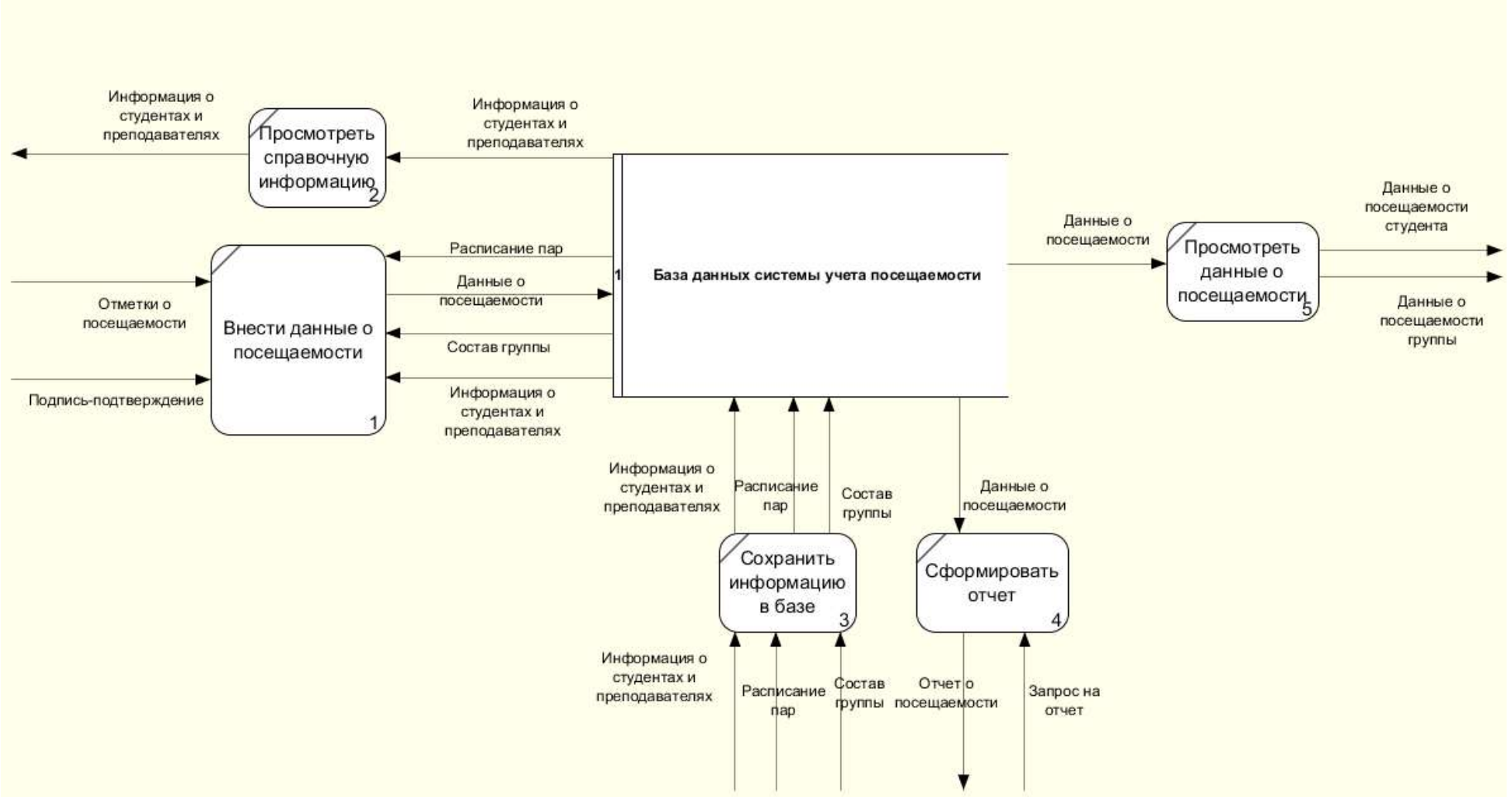


Рисунок 2 – ДФД-диаграмма 1-го уровня

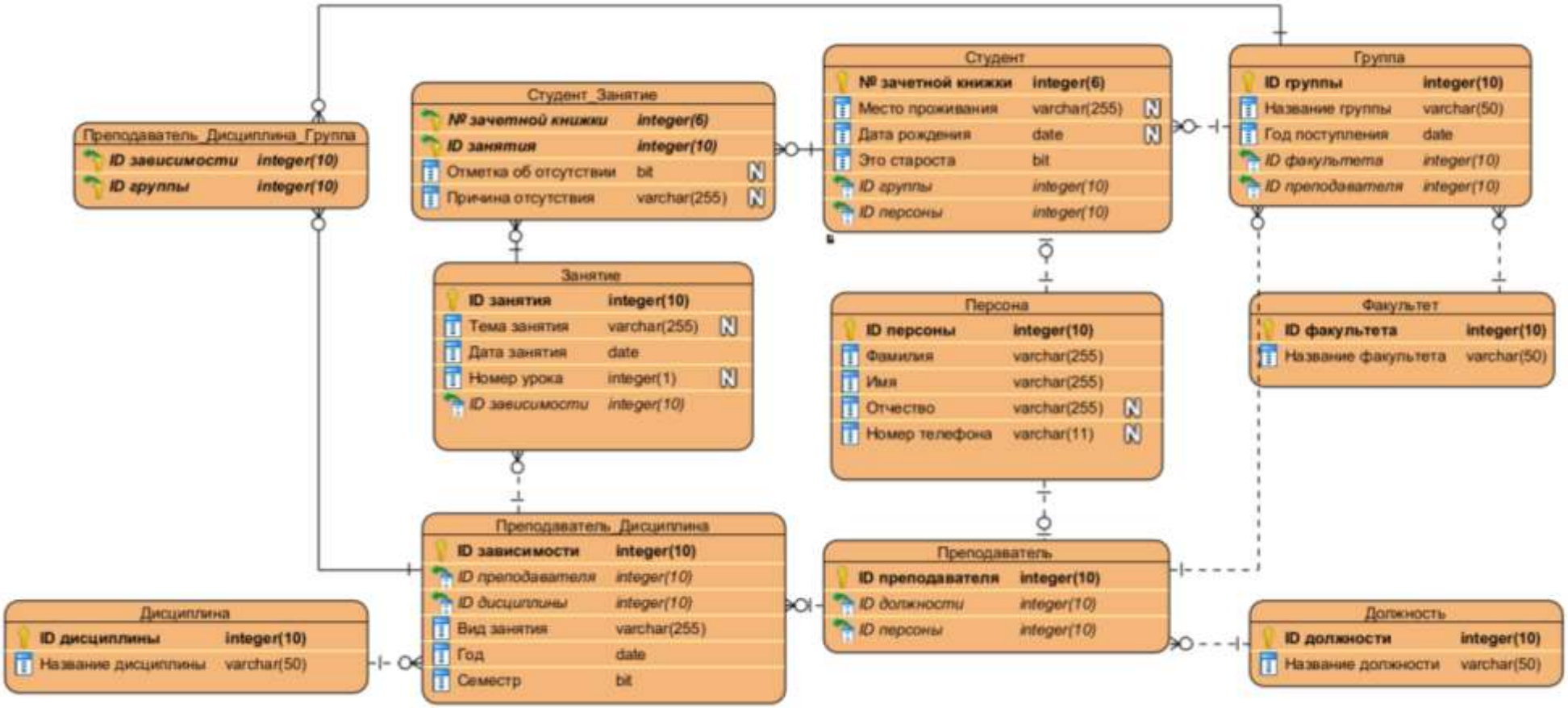


Рисунок 3 – Логическая модель

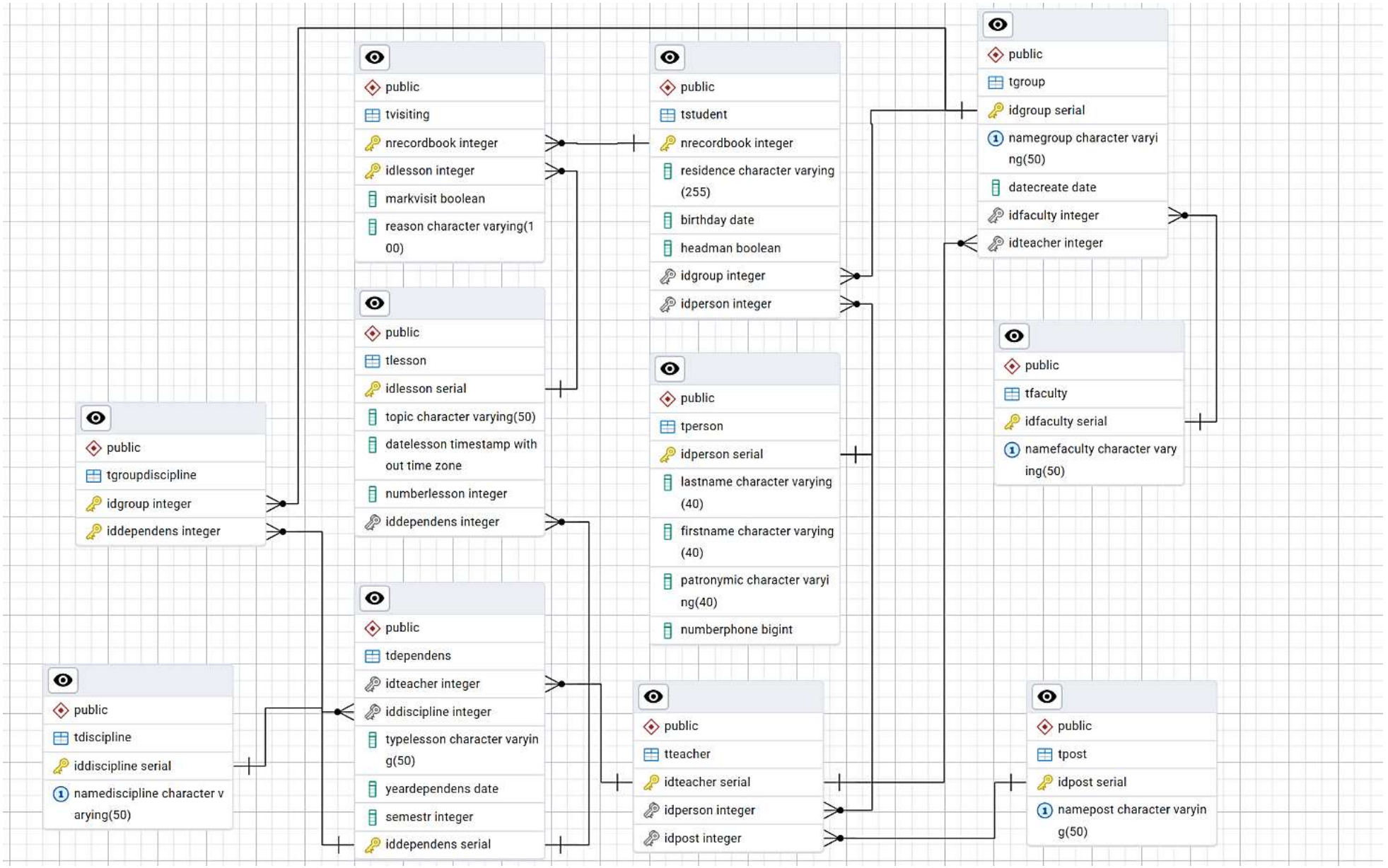


Рисунок 4 – Физическая модель

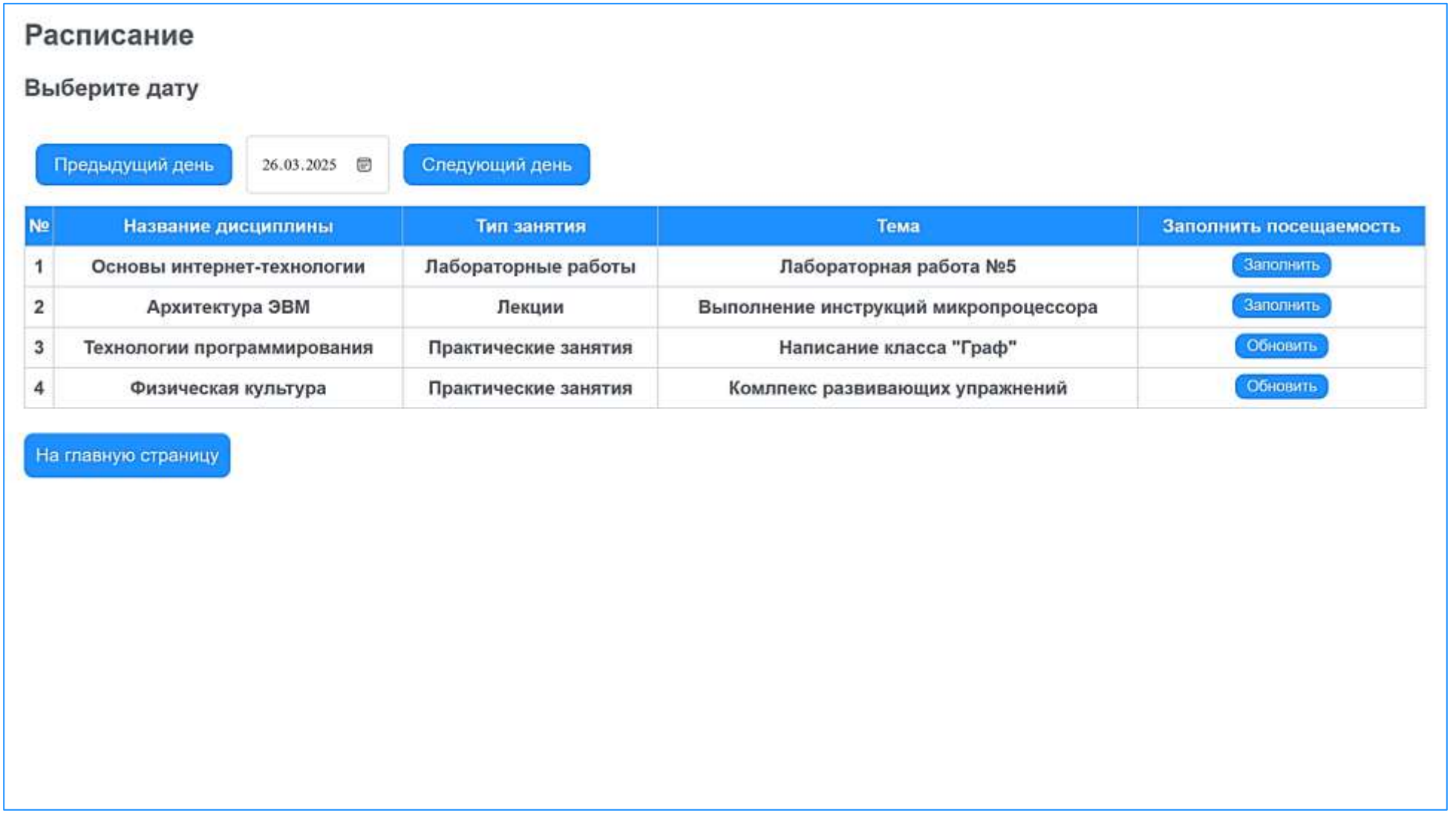


Рисунок 5 – Интерфейс старосты

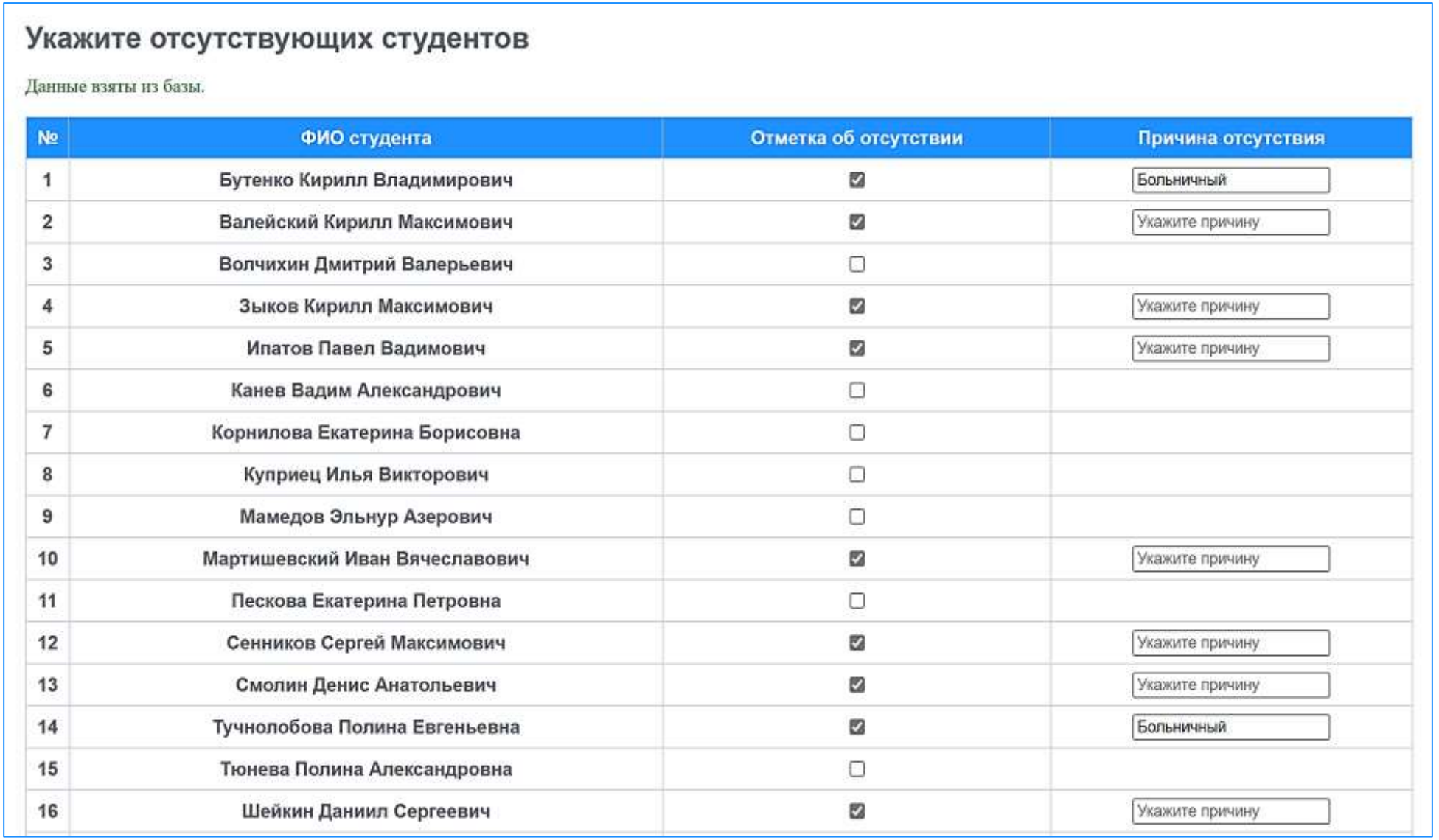


Рисунок 6 – Заполнение посещаемости

В процессе проектирования базы данных было выделено 11 сущностей, каждая из которых хранит необходимую информацию:

1. Таблица Студент.
2. Таблица Группа.
3. Таблица Факультет.
4. Таблица Персона.
5. Таблица Преподаватель.
6. Таблица Должность.
7. Таблица Занятие.
8. Таблица Дисциплина.
9. Таблица Студент_занятие.
10. Таблица Преподаватель_дисциплина.
11. Таблица Преподаватель_дисциплина_группа.

Физическая модель соответствует логической. База данных реализована с помощью СУБД PostgreeSQL.

На данный момент частично реализован функционал старосты. На странице Расписание можно выбрать дату и увидеть расписание пар на день (Рисунок 5).

При нажатии кнопки «Заполнить» появится список студентов, где можно отметить отсутствующих и указать причину отсутствия (Рисунок 6). Интерфейс уже связан с базой данных.

На данный момент база данных спроектирована и реализована, разработана часть функционала системы. В будущем планируется интеграция с системой 1С Университет, которая уже используется в УГТУ, а также создание мобильного приложения для удобства использования системы на смартфонах и планшетах. Это обеспечит доступность системы в любое время и в любом месте.

Библиографический список:

1. Димухаметов М. О. и др. Разработка электронного журнала посещаемости для обучающихся и сотрудников ИКИТ СФУ //Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее. – 2017. – С. 122-125.
2. Калиниченко М. А., Краснокутский В. А., Меренкова Л. Л. Разработка программного модуля «Журнал старосты». Оценка эффективности популярных подходов к организации интерфейса доступа пользователя к базе данных //Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ-2020). – 2020. – С. 486-489.
3. Сладкевич Е. В., Остринская Л. И. Разработка модуля информационной системы учета и контроля посещаемости занятий студентами для старост групп //Прикладная информатика в экономике. – 2015. – С. 111-120.

УДК 004.8

Система межнейросетевого мультимодального взаимодействия как путь к ОИИ

Стрюков П. В., Герберт Д. В.
Научный руководитель - Кожевникова П. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Современный этап развития искусственного интеллекта характеризуется экспоненциальным ростом количества и качества нейросетевых моделей. Особенно заметен прогресс в создании узкоспециализированных систем, демонстрирующих выдающиеся результаты в конкретных областях: обработке естественного языка, генерации изображений, написании кода, распознавании речи и многих других. По некоторым оценкам, количество только открытых текстовых моделей ИИ уже превысило сотни тысяч вариаций.

Однако этот бурный рост порождает и новые вызовы. Во-первых, возникает «парадокс выбора» - огромное разнообразие доступных инструментов делает процесс подбора оптимальной модели или комбинации моделей для конкретной практической задачи

нетривиальным и ресурсоемким. Вероятно, это одна из причин, по которой, несмотря на очевидный потенциал, уровень интеграции ИИ в бизнес-процессы остается сравнительно невысоким – лишь около 10% IT-компаний, согласно некоторым исследованиям, успешно внедрили ИИ, хотя и получили при этом значительный прирост выручки (в среднем на 40%) [1].

Во-вторых, несмотря на успехи в отдельных модальностях, до сих пор не создано ни одной по-настоящему мощной и гибкой омнимодальной системы, способной эффективно оперировать информацией из различных источников и выполнять сложные задачи, требующие синтеза данных разной природы, подобно человеческому интеллекту. Существующие мультимодальные модели часто ограничены предопределенными комбинациями модальностей (например, текст-изображение).

В-третьих, ключевым препятствием на пути создания сильных омнимодальных моделей и, в конечном счете, Общего Искусственного Интеллекта (ОИИ), является фундаментальная проблема отсутствия релевантных обучающих данных. Необходимы датасеты, отражающие не просто статичные связи между модальностями, а динамику их взаимодействия в процессе решения задач.

В данной работе предлагается подход к решению обозначенных проблем через создание системы межнейросетевого мультимодального взаимодействия. Основная идея заключается в построении платформы, где различные узкоспециализированные нейросети могут кооперироваться в рамках агентного подхода для достижения общей цели, заданной пользователем. Такая система не только упрощает использование ИИ и повышает эффективность решения сложных задач, но и становится источником ценнейших данных для будущего обучения омнимодальных моделей.

Анализ существующих подходов и текущего состояния:

Текущий ландшафт ИИ характеризуется доминированием специализированных моделей. Для оптимизации их работы под конкретные задачи или оборудование разрабатываются различные методики, такие как Low-Rank Adaptation (LoRA) или методы слияния весов моделей (SLERP, DARE, TIES, Fusion). [2] Эти подходы позволяют адаптировать существующие модели, но не решают проблему координации разнородных моделей для выполнения принципиально новых, комплексных, мультимодальных задач.

Параллельно развиваются концепции ИИ-агентов и мультиагентных систем (например, AutoGPT, BabyAGI, MetaGPT (Рисунок 1), фреймворки вроде LangChain и т.п.). Эти системы демонстрируют способность к автономному планированию и выполнению последовательности действий с использованием доступных инструментов (часто – вызовов API других ИИ или программ). Однако их фокус зачастую лежит на автоматизации рабочих процессов в рамках одной или предопределенных модальностей, а не на гибком, динамическом и обучающем взаимодействии между произвольными модальностями с целью генерации данных для будущих систем.

Тренд на открытый исходный код (Open Source) в области ИИ, поддерживаемый крупными игроками рынка [3], создает благоприятные условия для реализации предлагаемой системы, так как обеспечивает доступ к большому количеству разнообразных моделей, которые могут быть интегрированы в качестве «агентов».

Предлагаемая система межнейросетевого взаимодействия:

Концептуально, предлагаемая система представляет собой платформу-оркестратор, обеспечивающую взаимодействие между различными нейросетевыми моделями.

Основные принципы:

Агентный подход: Каждая подключенная к системе нейросеть (текстовая, графическая, кодовая, аналитическая и т.д.) рассматривается как специализированный агент, обладающий определенными компетенциями.

Динамическая оркестрация: Система анализирует задачу пользователя, декомпозирует ее при необходимости на подзадачи, подбирает релевантных агентов (модели) и координирует их взаимодействие, передавая данные и промежуточные результаты между ними.

Мультимодальность: Система изначально проектируется для работы с различными типами данных и моделями, обеспечивая их совместную работу над задачами, требующими обработки информации из разных модальностей.

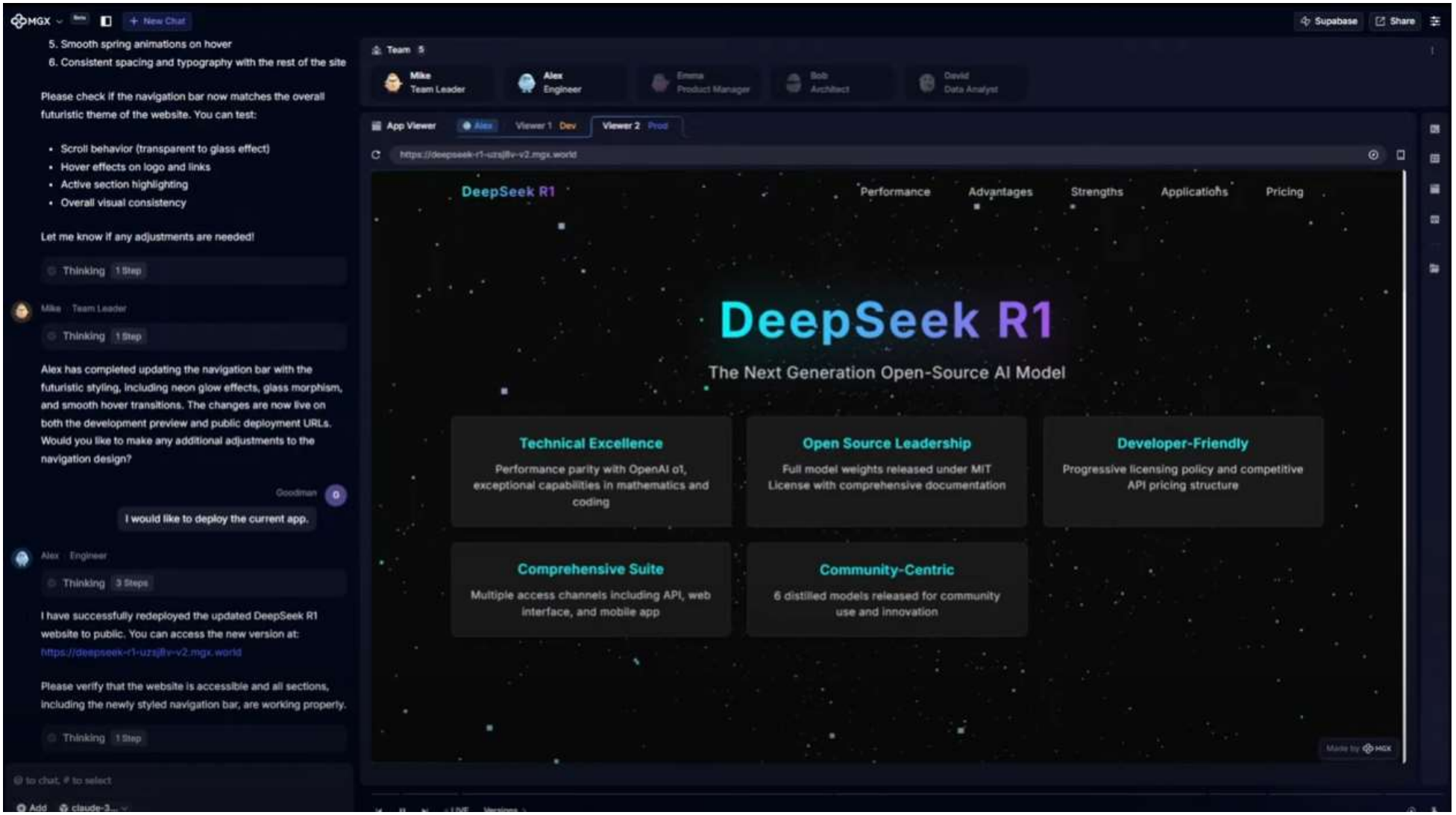


Рисунок 1 – Пример мультиагентной системы (MetaGPT)

Генерация данных взаимодействия: Весь процесс решения задачи – от исходного запроса до финального результата, включая промежуточные шаги, использованные модели и переданные между ними данные – логируется. Эта информация формирует уникальный датасет, отражающий процесс мультимодального решения задач.

Архитектура (концептуальная):

Ядро оркестрации: Модуль, отвечающий за анализ запроса, планирование последовательности действий, выбор моделей-агентов и управление потоком данных. Могут использоваться фреймворки типа LangChain или собственные разработки.

Интерфейсы подключения моделей (Коннекторы): Стандартизированные адаптеры для интеграции различных нейросетей (через API, локальный запуск и т.д.). Пример – концепция MCP-коннектора.

База данных моделей/агентов: Реестр доступных моделей с описанием их возможностей, требований к ресурсам, форматов ввода/вывода. Возможно развитие в полноценный "NeuroMarket".

Модуль логирования и формирования датасета: Компонент, ответственный за сбор и структурирование данных о процессах взаимодействия для последующего использования.

Пользовательский интерфейс: Веб-приложение или API для взаимодействия пользователей с системой, задания задач и получения результатов.

Инфраструктура: Использование контейнеризации (Docker), возможно, распределенных систем хранения (Torrent для весов моделей), облачных сервисов (Cloudflare) для обеспечения масштабируемости и доступности.

Пример рабочего процесса:

Пользователь дает текстовый запрос (например, "Создай изображение футуристического города на закате и опиши его").

Оркестратор определяет шаги:

а) генерация промпта для ИИ-художника;

б) вызов ИИ-художника;

в) вызов модели компьютерного зрения для описания полученного изображения.

Шаг (а): Текстовая модель (агент 1) генерирует детализированный промпт.

Шаг (б): Оркестратор передает промпт диффузионной модели (агент 2), которая генерирует изображение.

Шаг (в): Оркестратор передает изображение модели распознавания образов (агент 3), которая генерирует текстовое описание.

Оркестратор агрегирует результаты (изображение и описание) и возвращает пользователю.

Весь процесс (запрос, промпт, вызовы моделей, изображение, описание) записывается в лог для датасета.

Преимущества и потенциал системы:

Упрощение доступа к ИИ: Снижение порога входа для пользователей и компаний, которым не нужно разбираться в сотнях моделей – достаточно сформулировать задачу для системы-оркестратора.

Решение комплексных задач: Возможность решать задачи, выходящие за рамки возможностей любой отдельной модели, путем комбинации их сильных сторон.

Повышение эффективности: Потенциально более эффективное использование ресурсов по сравнению с гипотетической гигантской монолитной омнимодальной моделью, так как для каждой подзадачи используется оптимизированный специализированный агент.

Генерация уникальных обучающих данных: Создание датасетов, отражающих динамику мультимодального взаимодействия, что является критически важным для обучения будущих омнимодальных моделей и систем ОИИ. Эти данные будут содержать не просто пары (текст, картинка), а последовательности (задача -> стратегия -> действие 1 (модель А) -> результат 1 -> действие 2 (модель Б) -> результат 2 ... -> финальный ответ).

Таблица 1 – Сравнительная таблица подходов к использованию ИИ

Критерий сравнения	Узкоспециализированные модели (напр., GPT-4o для текста, Stable Diffusion для изображений)	Существующие мультимодальные модели (напр., текст-изображение)	Существующие мультиагентные системы (напр., MetaGPT, LangChain)	Предлагаемая система NeuroHub
Основная функция	Выполнение задачи в одной конкретной модальности	Обработка/генерация данных в предопределенных комбинациях модальностей	Автоматизация последовательности задач, часто в рамках одной или нескольких модальностей, с использованием инструментов/API	Оркестрация динамического взаимодействия различных специализированных моделей (агентов) для решения комплексных мультимодальных задач
Гибкость взаимодействия моделей	Низкая (модель работает изолированно)	Низкая / Средняя (ограничена заложенной архитектурой)	Средняя/Высокая (зависит от фреймворка, может использовать разные инструменты)	Высокая (проектируется для подключения и координации произвольных моделей)
Мультимодальность	Ограничена одной модальностью	Ограниченная (предопределенные комбинации)	Зависит от реализации (часто фокусируется на одной основной модальности + инструменты)	Изначально заложенная, гибкая (работа с произвольными комбинациями модальностей)
Решение комплексных задач	Нет (только подзадачи)	Ограничено возможностями модели	Возможно (через декомпозицию и вызов инструментов)	Основное предназначение (путем синергии агентов)
Генерация обучающих данных	Нет	Ограничена (статичные пары данных типа текст-изображение)	Ограничена (логи выполнения шагов, не всегда с фокусом на взаимодействие)	Ключевая цель: Генерация уникальных данных о динамике мультимодального взаимодействия для обучения будущих систем
Простота использования для конечного пользователя	Требует выбора и настройки конкретной модели	Зависит от интерфейса модели	Требует настройки агентов и workflow	Потенциально высокая (пользователь задает общую цель оркестратору)
Вклад в создание ОИИ	Строительные блоки	Ограниченный шаг к мультимодальности	Развитие автономии и планирования	Промежуточный этап + генерация критически важных данных для будущих омнимодальных моделей и ОИИ

Эволюционный путь к ОИИ: Предлагаемая система может рассматриваться как промежуточный, но необходимый этап. Она позволяет уже сейчас использовать синергию существующих ИИ и одновременно создает фундамент (данные) для следующего качественного скачка – создания истинно омнимодальных систем.

Безусловно, реализация такой системы сопряжена с рядом сложностей: обеспечение совместимости моделей с разными интерфейсами, разработка эффективных алгоритмов декомпозиции задач и выбора агентов, обработка ошибок и неопределенностей при взаимодействии моделей, управление вычислительными ресурсами.

Однако ключевым аспектом является именно генерация данных. В отличие от статичных датасетов, данные, полученные в ходе работы такой системы, будут отражать реальные сценарии решения мультимодальных задач, включая контекст, последовательность действий и причинно-следственные связи между шагами. Анализ этих данных позволит выявить закономерности межмодального "мышления", которые затем могут быть инкапсулированы в архитектуру будущих омнимодальных моделей.

Заключение

Стремительное развитие узкоспециализированных нейросетей создало уникальную ситуацию: мы имеем множество мощных инструментов, но испытываем дефицит в системах, способных интегрировать их для решения комплексных мультимодальных задач, и испытываем нехватку данных для обучения таких систем.

Предлагаемая система межнейросетевого мультимодального взаимодействия на основе агентного подхода представляет собой прагматичное решение этих проблем. Она позволяет не только повысить эффективность использования существующих ИИ-технологий и упростить их внедрение, но и, что наиболее важно, закладывает основу для следующего этапа эволюции ИИ путем генерации уникальных данных о мультимодальном взаимодействии. Мы полагаем, что разработка и развертывание таких систем является важным и перспективным шагом на пути к созданию мощных омнимодальных моделей и, в конечном итоге, Общего Искусственного Интеллекта.

Библиографический список:

1. Accenture – New Accenture Research Finds that Companies with AI-Led Processes Outperform Peers. [Электронный ресурс] – URL: https://newsroom.accenture.com/news/2024/new-accenture-research-finds-that-companies-with-ai-led-processes-outperform-peers (Дата обращения 10.04.2025).
2. Оптимизация нейросетей под конкретное оборудование методом объединения весов разноархитектурных моделей / П. В. Стрюков, Д. В. Герберт // Севергеоэкотех-2024 : Материалы XXV Международной молодёжной научной конференции. В 2-х частях, Ухта, 28–29 марта 2024 года. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2024. – С. 142-148: Текст - непосредственный.
3. Forbes: Вопрос остается открытым: почему бизнес все больше использует ПО на базе open-source [Электронный ресурс] URL – https://www.forbes.ru/tekhnologii/524809-vopros-ostaetsa-otkrytym-pocemu-biznes-vse-bol-se-ispol-zuet-po-na-baze-open-source (Дата обращения 10.04.2025).

УДК 004.056.55

Применение метода isolation forest для выявления аномальных сообщений в логах программного сервиса

Лембак В. Д.
Научный руководитель – Григорьевых А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В статье предложен подход к созданию интеллектуальной системы для автоматического выявления аномальных сообщений в логах программного сервиса с использованием метода Isolation Forest. Рассмотрены этапы сбора, предобработки и анализа текстовых данных, включая применение метода TF-IDF для преобразования логов в числовые векторы и алгоритма Isolation Forest для обнаружения аномалий. Система реализована на языке Python с использованием библиотек scikit-learn и tkinter для создания интерактивного пользовательского интерфейса. Результаты работы системы демонстрируют ее эффективность в повышении качества анализа логов и выявления подозрительных событий.

Логи программных сервисов содержат важную информацию о работе системы, включая ошибки, предупреждения и события, связанные с безопасностью. Однако ручной анализ логов затруднен из-за больших объемов данных и высокой сложности выявления аномальных сообщений. Особую актуальность приобретают методы автоматического анализа, которые позволяют своевременно обнаруживать аномалии, указывающие на потенциальные угрозы, сбои или ошибки в работе системы.

Перед рассмотрением предложенного подхода полезно изучить альтернативные методы обнаружения аномалий:

Статистические методы (например, Z-score, IQR) – просты, но плохо работают с текстовыми данными.

Кластеризация (K-means, DBSCAN) – требует задания числа кластеров и чувствительна к шуму.

Методы на основе нейросетей (LSTM, Transformers) – мощные, но требуют больших вычислительных ресурсов и размеченных данных.

Преимущество Isolation Forest:

- Работает без обучения на размеченных данных (unsupervised).
- Эффективен для высокоразмерных данных после TF-IDF.
- Быстрее многих других методов (например, One-Class SVM).

При промышленном использовании системы обнаружения аномалий в логах важно учитывать:

Масштабируемость. Для обработки больших объёмов данных (например, в распределённых системах) можно применять инкрементальный Isolation Forest.

Баланс между точностью и производительностью. Уменьшение количества деревьев (n_estimators) ускоряет работу, но может снизить качество детектирования. Оптимальные параметры можно подбирать через кросс-валидацию на размеченных данных.

Логирование результатов. Обнаруженные аномалии полезно сохранять в отдельный файл или БД (например, Elasticsearch) для последующего анализа и аудита.

Цель данной работы — предложить подход к созданию интеллектуальной системы для выявления аномалий в логах программного сервиса с использованием метода Isolation Forest. Этот алгоритм основан на идее изоляции аномальных точек данных с помощью случайных деревьев, что делает его эффективным для обнаружения подозрительных событий.

Логи программного сервиса собираются из различных источников, таких как файлы журналов, базы данных или системы мониторинга. Эти данные содержат текстовую информацию, включающую сообщения об ошибках, предупреждения и события.

Для анализа текстовых данных используется метод TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency), который преобразует логи в числовые векторы, учитывая важность слов в контексте всего набора данных. Дополнительно к TF-IDF признакам добавляется длина строки, что позволяет учитывать структурные особенности сообщений.

Для выявления аномальных сообщений применяется алгоритм Isolation Forest. Этот метод изолирует аномальные точки данных с помощью случайных деревьев, что позволяет эффективно обнаруживать подозрительные события.

Для удобства взаимодействия с системой разработан графический интерфейс на основе библиотеки tkinter. Пользователь может загружать логи, просматривать обнаруженные аномалии и корректировать результаты, исключая ложные срабатывания.

Архитектура системы включает следующие модули:

1. **Модуль загрузки данных:** Позволяет загружать текстовые файлы с логами программного сервиса.
2. **Модуль предобработки**: Преобразует текстовые данные в числовые признаки с использованием TF-IDF.
3. **Модуль анализа**: Применяет алгоритм Isolation Forest для обнаружения аномалий.
4. **Модуль визуализации:** Отображает результаты анализа в графическом интерфейсе.

Пример работы системы:

1. Пользователь загружает текстовый файл с логами программного сервиса.
2. Система преобразует данные в числовые признаки и применяет Isolation Forest.
3. Найденные аномальные сообщения отображаются в интерфейсе.
4. Пользователь может исключить ложные срабатывания, указав номера строк.

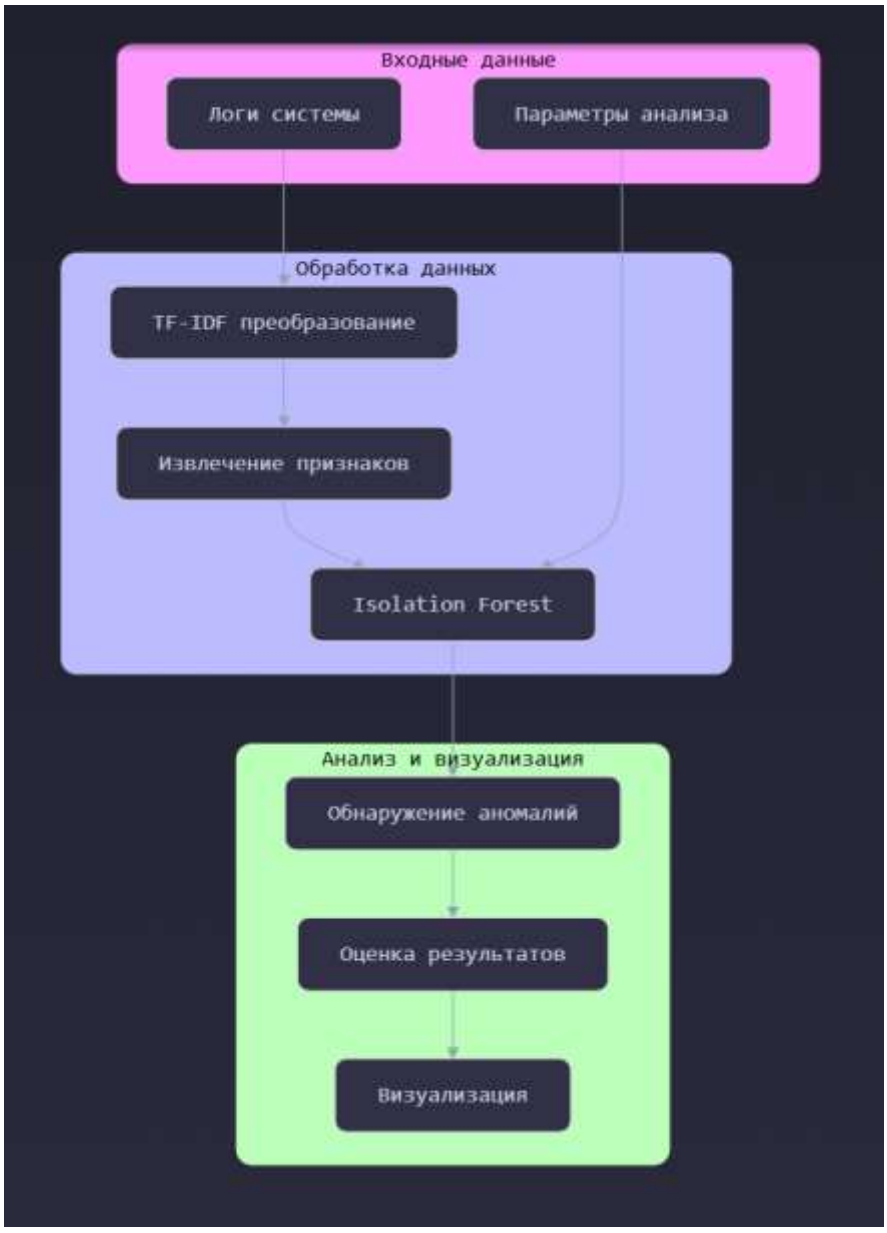


Рисунок 1 – Пример работы системы

Преимущества предложенного подхода:

- Автоматизация анализа: Система позволяет автоматически обрабатывать большие объемы логов без участия человека.
- Гибкость: Использование TF-IDF и Isolation Forest делает систему применимой для анализа различных типов логов.
- Интерактивность: Графический интерфейс упрощает взаимодействие с системой и корректировку результатов.

Ограничения:

- Зависимость от качества данных: Низкое качество логов или отсутствие структуры в данных может снизить эффективность системы.
- Необходимость настройки параметров: Параметр contamination в Isolation Forest требует предварительной настройки.

Перспективы развития:

- Интеграция с системами SIEM (Security Information and Event Management) для автоматического сбора логов.
- Использование более сложных методов анализа, таких как нейронные сети или методы глубокого обучения.
- Добавление модуля классификации событий для определения типа аномалий (ошибки, угрозы, сбои и т.д.).

Предложенная система на основе алгоритма Isolation Forest демонстрирует высокую эффективность в обнаружении аномальных сообщений в логах программного сервиса. Использование методов машинного обучения позволяет автоматизировать процесс анализа и повысить качество мониторинга работы системы. Дальнейшее развитие системы может включать интеграцию с современными платформами мониторинга и применение более сложных алгоритмов анализа данных.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 59502-2021. Безопасность критической информационной инфраструктуры.
2. Scikit-learn: Machine Learning in Python [Электронный ресурс]. — https://scikit-learn.org
3. Смирнов, Е. Н., & Тихомиров, В. П. (2019). Методы и алгоритмы обработки текстовых данных. М.: Издательство "Наука".
4. Корнеев, В. В., & Галушкин, А. И. (2018). Машинное обучение: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
5. Лю, Ф. Т., Тинг, К. М., & Чжоу, З. Х. (2018). Isolation Forest. В Международной конференции по интеллектуальному анализу данных IEEE 2008 (стр. 413-422). IEEE.

УДК 004.56

Интеграция безопасности в DevOps (DevSecOps) и автоматизация безопасности на протяжении всего жизненного цикла разработки программного обеспечения

Виноградов М. А.
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», г. Сыктывкар, Россия

В условиях динамично развивающегося цифрового ландшафта, скорость разработки и выпуска программного обеспечения (ПО) становится критически важным фактором конкурентоспособности. Методология DevOps, направленная на оптимизацию и автоматизацию процессов разработки и эксплуатации ПО, что позволяет организациям значительно сократить время выхода продукта на рынок, однако, традиционный подход к безопасности, когда вопросы защиты решаются на поздних этапах SDLC, становится неэффективным в среде DevOps, что в свою очередь приводит к задержкам, увеличению затрат и повышению риска уязвимостей в выпущенном ПО. Важно, что DevSecOps, как расширение DevOps, интегрирует безопасность на

каждом этапе жизненного цикла разработки, превращая ее в общую ответственность всех участников процесса, также автоматизация играет ключевую роль в DevSecOps, позволяя внедрять проверки безопасности и меры защиты на протяжении всего SDLC, не замедляя темп разработки, но начальных этапах внедрения может быть замедление из-за того, что сотрудники из ИТ и ИБ будут вынуждены осваивать новые инструменты, учиться новым процессам и коммуницировать друг с другом.

DevSecOps базируется на нескольких ключевых принципах, определяющих его философию и подход к безопасности (Рисунок 1):

Рисунок 1 — Ключевые принципы

- Смещение безопасности влево (Shift Left Security): Интеграция проверок безопасности и мер защиты на ранних этапах SDLC, таких как проектирование, разработка и тестирование — это позволяет выявлять и устранять уязвимости на начальных стадиях, что значительно снижает затраты и риски.
- Безопасность как общая ответственность: Вовлечение всех участников процесса разработки, эксплуатации и безопасности в обеспечение защиты ПО — это требует изменения культуры организации и предоставления разработчикам необходимых знаний и инструментов для учета аспектов безопасности в своей работе.
- Автоматизация процессов безопасности: Автоматизация проверок безопасности, сканирования уязвимостей, управления конфигурациями и других задач, связанных с безопасностью — это позволяет ускорить процессы разработки и эксплуатации, а также снизить риск человеческих ошибок.
- Непрерывная обратная связь: Регулярный сбор и анализ данных о безопасности, включая результаты сканирования уязвимостей, логи безопасности и отчеты об инцидентах — это позволяет оперативно выявлять и устранять проблемы, а также улучшать процессы безопасности.
- Измерение и мониторинг: Определение ключевых показателей эффективности (KPI) безопасности и постоянный мониторинг их значений.

На самом деле именно автоматизация основной ключевой принцип и краеугольный камнем DevSecOps, поскольку именно автоматизация является основой DevOps и позволяет интегрировать проверки безопасности в конвейер CI/CD (Continuous Integration/Continuous Delivery) и обеспечивает непрерывную защиту ПО на всех этапах его жизненного цикла.

Рассмотрим рисунок 2, на котором изображен алгоритм работы DevSecOps и немного изучим основные блоки.

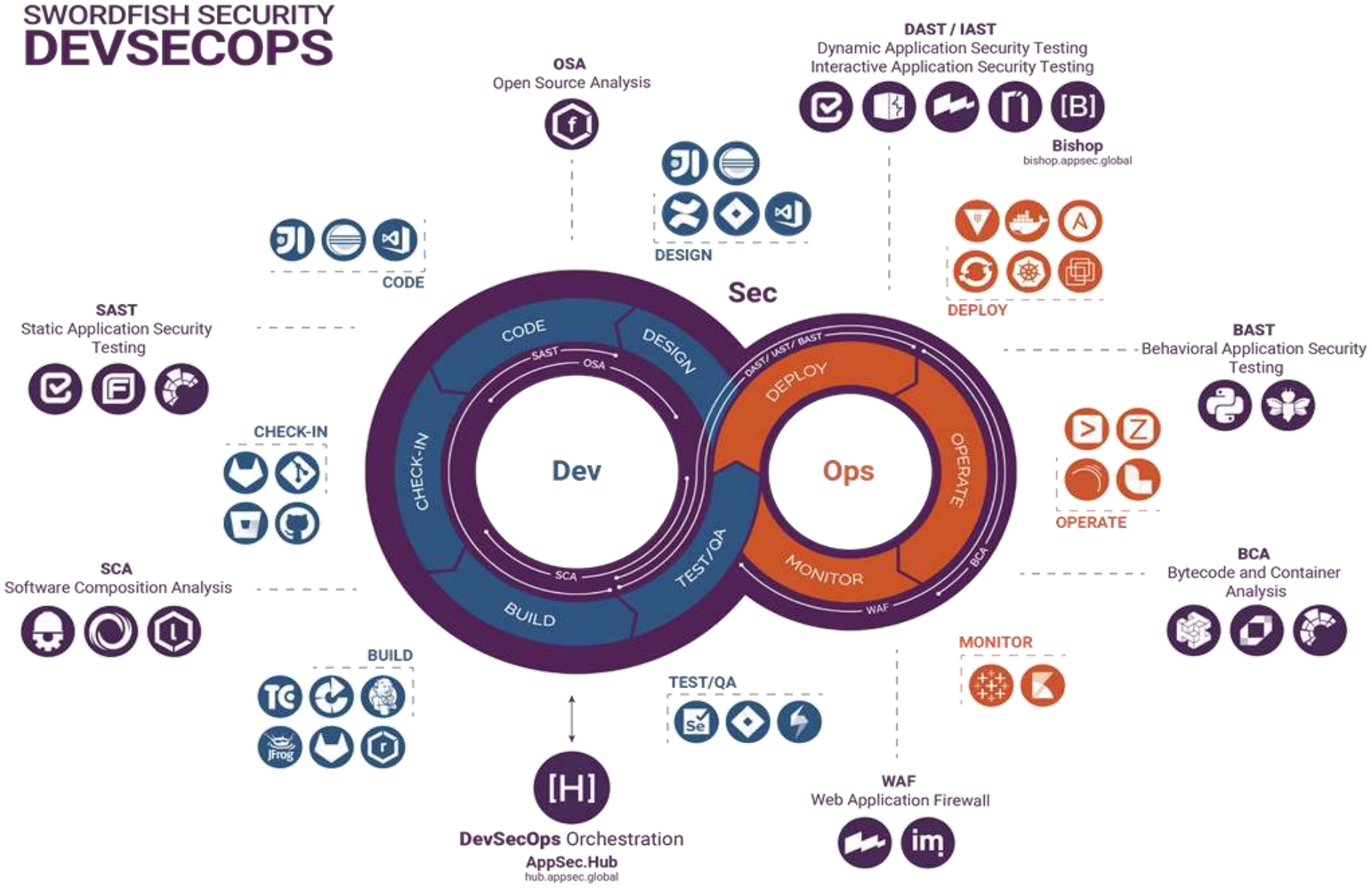


Рисунок 2 — Алгоритм DevSecOps [2]

В блок разработка (code) входит статический анализ кода (SAST), анализ используемого ПО (SCA) и анализ кода как инфраструктуры (IaC).

SAST - это метод анализа исходного кода приложения без его фактического запуска. Инструменты SAST сканируют код, ищут паттерны, соответствующие известным уязвимостям, нарушениям правил кодирования, и другим потенциальным проблемам безопасности. Анализ выполняется "статически", то есть без исполнения кода. Пример SQL-инъекции:

```
String query = "SELECT * FROM users WHERE username = '" + username + "' AND password = '" + password + "'";
Statement stmt = connection.createStatement();
ResultSet rs = stmt.executeQuery(query);
```

Данный код создает SQL-запрос путем конкатенации строк, что делает его уязвимым для SQL-инъекции. Злоумышленник может ввести вредоносный SQL-код в поля username или password, чтобы получить доступ к базе данных. Инструмент SAST (например, SonarQube) выявит эту уязвимость и предоставит рекомендации: "Используйте подготовленные выражения (Prepared Statements) или параметризованные запросы для предотвращения SQL-инъекций."

Исправленный код:

```
String query = "SELECT * FROM users WHERE username = ? AND password = ?";
PreparedStatement pstmt = connection.prepareStatement(query);
pstmt.setString(1, username);
pstmt.setString(2, password);
ResultSet rs = pstmt.executeQuery();
```

Интеграции SAST в CI/CD должна быть применена в следующих случаях, вопервых, разработчик отправляет код в репозиторий (например, GitHub), вовторых, CI/CD система (например, Jenkins, GitLab CI) запускает сборку проекта, в третьих в процессе сборки запускается SAST инструмент (например, SonarQube Scanner). Данная интеграция довольно полезна, поскольку при обнаружении критических уязвимости, сборка может быть остановлена и разработчик получит уведомление об обнаруженных уязвимостях.

SCA - это процесс идентификации и анализа компонентов с открытым исходным кодом (OSS) и сторонних библиотек, используемых в проекте. Инструменты SCA сканируют проект, определяют используемые компоненты и проверяют их на наличие известных уязвимостей, проблем с лицензированием и других рисков.

Примеры из практики: уязвимость в библиотеке Log4j (Log4Shell). В декабре 2021 года была обнаружена критическая уязвимость (CVE-2021-44228) в популярной библиотеке логирования Log4j, используемой во многих Java-приложениях. Данная уязвимость позволяла злоумышленникам удаленно выполнять произвольный код на серверах, использующих Log4j, но поскольку инструменты SCA помогли организациям быстро идентифицировать приложения, использующие уязвимую версию Log4j, и принять меры по ее устранению (например, обновить библиотеку до безопасной версии).

IaC сканирование - это процесс анализа файлов инфраструктуры как кода (IaC) на наличие ошибок конфигурации, которые могут привести к уязвимостям инфраструктуры. IaC файлы (например, Terraform, Ansible, CloudFormation) описывают инфраструктуру, которую нужно создать и настроить. Неправильная конфигурация в этих файлах может привести к серьезным проблемам безопасности, таким как: открытые порты, небезопасные учетные данные, неправильные права доступа, устаревшие версии программного обеспечения и неправильно настроенные правила файрвола.

Рассмотрим пример с небезопасным playbook файлом:

```
- hosts: webservers
  tasks:
    - name: Deploy application
      copy:
        src: /tmp/app.tar.gz
```

```
    dest: /var/www/html
  become: true
  become_user: root
  become_method: sudo
  remote_user: deploy_user
  password: "P@$$wOrd123" # Ошибка:  Пароль жестко закодирован
```

В данном случае инструмент IaC сканирования (например, tfsec) обнаруживает эту ошибку и рекомендует: "Не храните учетные данные непосредственно в playbook. Используйте Ansible Vault или другие механизмы для безопасного управления учетными данными."

Исправленный Playbook Ansible:

```
- hosts: webservers
  tasks:
    - name: Deploy application
      copy:
        src: /tmp/app.tar.gz
        dest: /var/www/html
      become: true
      become_user: root
      become_method: sudo
      remote_user: deploy_user
      vars_files:
        - vars/secrets.yml # Пароль хранится в зашифрованном файле
```

Далее рассмотрим блок тестирование, в который входит динамический анализ безопасности приложений (DAST), интерактивный анализ безопасности приложений (IAST): автоматизированное тестирование безопасности API.

DAST (Dynamic Application Security Testing) - это как проверка безопасности вашего дома, когда пытаетесь взломать его снаружи. Нет информации, как дом построен, но необходимо попробовать реализвать разные способы проникновения: дергаете ручки, проверяете окна, пытаетесь взломать замок. В мире программного обеспечения, DAST - это сканирование работающего (запущенного) приложения на наличие уязвимостей, имитируя действия злоумышленника. Важно: DAST не требует доступа к исходному коду.

IAST – это гибридный подход к тестированию безопасности, который объединяет преимущества SAST (статического анализа) и DAST (динамического анализа). Представьте, что DAST – это внешний аудитор, а IAST – это внутренний инспектор, который следит за каждым шагом и взаимодействием внутри вашего приложения во время его работы. IAST использует «агентов», которые внедряются в работающее приложение и отслеживают его поведение в реальном времени.

Автоматизированное тестирование безопасности API – это процесс автоматической проверки интерфейсов прикладного программирования (API) на наличие уязвимостей. API стали критически важными для современных приложений, поскольку они обеспечивают связь между различными компонентами и сервисами. Автоматизация тестирования безопасности API позволяет быстро и эффективно выявлять уязвимости, которые могут быть использованы для получения несанкционированного доступа к данным, внедрения вредоносного кода или нарушения работы сервиса.

Теперь блок с развёртыванием (deploy), в основном данный блок работает с контейнерами и конфигурациями программ автоматизаторов, например ansimble.

Сканирование контейнеров — это процесс анализа Docker-образов и других контейнеров (например, Podman, rkt) на предмет различных рисков, включая уязвимости, вредоносное ПО, ошибки конфигурации и риски соответствия политикам, таким как PCI DSS, HIPAA или внутренним правилам безопасности.

Принцип работы:

1. Получение образа: Инструмент сканирования контейнеров получает доступ к Docker-образу, либо из локального хранилища, либо из реестра контейнеров (например, Docker Hub, AWS ECR, Google Container Registry).

2. Распаковка образа: Образ контейнера распаковывается в файловую систему.

3. Анализ файловой системы: Инструмент сканирования анализирует файловую систему контейнера.

4. Создание отчета: Инструмент сканирования создает отчет с подробным описанием обнаруженных рисков, их уровнем серьезности и рекомендациями по их устранению.

Управление конфигурациями — это процесс автоматизации управления конфигурациями серверов, баз данных, сетевых устройств и другого инфраструктурного ПО. Это включает в себя определение желаемого состояния инфраструктуры и автоматическое применение этого состояния, а также постоянный мониторинг соответствия и автоматическое восстановление отклонений от заданного состояния.

И рассмотрим итоговый вариант эксплуатация, после которого весь процесс может повторится с начала, поскольку DevSecOps работает по кругу как указано на рисунке 2. В эксплуатацию входит:

- Мониторинг безопасности в реальном времени.
- Управление инцидентами безопасности.
- Управление уязвимостями.

Для реализации DevSecOps существует широкий спектр инструментов, поддерживающих автоматизацию безопасности . Выбор конкретных инструментов зависит от потребностей организации и особенностей ее инфраструктуры, некоторые популярные инструменты включают:

- SAST: SonarQube, Fortify, Veracode, Checkmarx
- SCA: Snyk, Black Duck, WhiteSource
- DAST: OWASP ZAP, Burp Suite, Acunetix, Netsparker
- IAST: Contrast Security, Veracode IAST
- Сканирование контейнеров: Aqua Security, Twistlock, Anchore
- Управление конфигурациями: Ansible, Chef, Puppet, Terraform
- SIEM: Splunk, ELK Stack, Graylog
- Инструменты CI/CD: Jenkins, GitLab CI, CircleCI, Azure DevOps

DevSecOps представляет собой эволюционный подход к разработке ПО, интегрирующий безопасность на каждом этапе жизненного цикла, где автоматизация процессов безопасности является ключевым элементом, который позволяет обеспечивать непрерывную защиту ПО, не замедляя темп разработки. Внедрение DevSecOps требует изменения культуры организации, наличия квалифицированных специалистов и интеграции различных инструментов безопасности, однако, преимущества, которые предоставляет DevSecOps, значительно перевешивают вызовы, связанные с его внедрением.

В условиях современного цифрового ландшафта, DevSecOps становится необходимостью для организаций, стремящихся обеспечить безопасность и конкурентоспособность своих программных систем.

Библиографический список:

1. Безпятый М. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ В DEVOPS: ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ // Инновации и инвестиции. 2023. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-i-optimizatsiya-protsessov-razrabotki-i-razvertyvaniya-v-devops-primenenie-sovremennyh-metodov-i-instrumentov (дата обращения: 01.04.2025).

2. Интеграция систем информационной безопасности в DevOps: как не наступить на грабли / ВТБ // Хабр [Электронный ресурс]. - 2019. - 29 августа. - Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/vtb/articles/479082/ (дата обращения: 01.04.2025).

3. Керстен М. От проекта к продукту: Как выжить и процветать в эпоху цифровых потрясений с помощью Flow Framework. Портленд, OP: IT Revolution Press. 2018.
4. Смедс К., Нибом К. DevOps: Взгляд архитектора программного обеспечения. 1-е изд. Бостон, Массачусетс: Эддисон-Уэсли Профессионал. 2019.
5. Ким Джи., Хамбл Дж ., Дебуа П., Уиллис Дж. Руководство по DevOps: Как обеспечить гибкость, надежность и безопасность мирового класса в технологических организациях. Портленд, OP: IT Revolution Press. 2016.

УДК 004.56

Современные тренды в аутентификации и валидации пользователей

Виноградов М. А.
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», г. Сыктывкар, Россия

Статья посвящена современным тенденциям в области аутентификации и валидации пользователей. Рассматриваются эволюция методов аутентификации, от традиционных паролей до биометрических решений и методов, основанных на поведении. Особое внимание уделяется принципам безопасности, удобства использования и соответствия требованиям регуляторов. Статья также анализирует потенциальные вызовы и направления дальнейшего развития в области аутентификации.

В современном цифровом мире, где данные являются ценным активом, надежная аутентификация и валидация пользователей имеют решающее значение для обеспечения безопасности онлайн-сервисов и защиты конфиденциальной информации. Традиционные методы аутентификации, такие как пароли, становятся все более уязвимыми перед сложными кибератаками. Утечки паролей, фишинг и другие вредоносные практики подчеркивают необходимость перехода к более современным и надежным решениям. В данной статье рассмотрим современные тренды в области аутентификации и валидации, анализируя эволюцию подходов, принципы безопасности и удобства использования, а также потенциальные вызовы и направления дальнейшего развития.

Процесс аутентификации прошел долгий путь от простых паролей до сложных биометрических систем, рассмотрим основные этапы этой эволюции:

1. Пароли: Самый распространенный и традиционный метод. Однако, пароли часто бывают слабыми, легко подбираемыми и подверженными фишингу. Современные требования включают в себя использование сложных паролей (длина, использование различных символов) и регулярную смену паролей (хотя последний подход подвергается критике из-за сложности запоминания).

2. Двухфакторная аутентификация (2FA): Добавляет дополнительный уровень безопасности, требуя подтверждения личности пользователя с использованием другого фактора, помимо пароля. Наиболее распространенные типы 2FA включают:

a) Одноразовые пароли (OTP): Отправляются по SMS, электронной почте или генерируются специальными приложениями (Google Authenticator, Authy).

b) Аппаратные токены: Физические устройства, генерирующие одноразовые пароли.

3. Многофакторная аутентификация (MFA): Расширяет концепцию 2FA, требуя использования нескольких независимых факторов аутентификации. Это значительно повышает уровень безопасности, так как злоумышленнику необходимо скомпрометировать несколько разных факторов.

4. Биометрическая аутентификация использует уникальные биологические характеристики пользователя для аутентификации: голос, лицо, отпечаток или радужная оболочка глаза.

5. Беспарольная аутентификация направлена на устранение необходимости в паролях, предлагая более безопасные и удобные альтернативы, основные подходы:

a) Магические ссылки (Magic Links), отправляют ссылку на электронную почту, при переходе по которой пользователь автоматически аутентифицируется.

b) Одноразовые коды (OTP) по электронной почте или SMS (Passkey), пользователь получает код, который вводит для подтверждения личности.

c) Использование аппаратных ключей (FIDO2): Ключи безопасности, соответствующие стандарту FIDO2, обеспечивают надежную аутентификацию без паролей.

6. Поведенческая биометрия анализирует поведение пользователя при взаимодействии с системой, примеры: уникальный ритм набора текста пользователя, характерные движения мыши пользователя, определение местоположения пользователя.

Касательно трендов в аутентификации и валидации, основной тренд - усиление безопасности аутентификации. Это включает в себя использование более надежных методов, таких как MFA, биометрия и беспарольная аутентификация. Важную роль играет применение протоколов безопасности, таких как TLS/SSL, для защиты передаваемых данных. Кроме этого, выделяют:

1. Улучшение пользовательского опыта, пользователи ожидают удобного и беспроблемного процесса аутентификации. Необходимо находить баланс между безопасностью и удобством использования, чтобы не отпугнуть пользователей сложными и громоздкими процедурами. Беспарольные методы аутентификации и поведенческая биометрия направлены на решение этой задачи.

2. Соответствие требованиям регуляторов, различные регуляторы, такие как GDPR, CCPA, PSD2, ФСТЭК и ФСБ устанавливают строгие требования к безопасности и конфиденциальности персональных данных. Компании должны соответствовать этим требованиям, внедряя соответствующие меры аутентификации и валидации.

3. Zero Trust Security Model, концепция "Zero Trust" предполагает, что ни один пользователь или устройство не должны быть автоматически доверенными, даже если они находятся внутри сети организации. Каждый запрос доступа должен быть аутентифицирован и авторизован, независимо от местоположения пользователя.

4. Использование искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML), AI и ML могут быть использованы для обнаружения аномалий и подозрительной активности в процессе аутентификации. Например, ML может анализировать поведение пользователя и выявлять нетипичные действия, которые могут указывать на попытку взлома.

5. Децентрализованная аутентификация (Decentralized Identity), использование блокчейна, сетей DHT и других децентрализованных технологий для создания систем аутентификации, которые не зависят от централизованных провайдеров. Это позволяет пользователям контролировать свои собственные данные и повышает уровень конфиденциальности.

6. Расширенная валидация пользователей (KYC, AML): В отраслях, связанных с финансами и другими регулируемыми сферами, требуется строгая проверка личности пользователей для соблюдения требований KYC (Know Your Customer) и AML (Anti-Money Laundering). Это включает в себя верификацию документов, проверку по базам данных и другие процедуры.

Из всего перечислинного стоит обратить внимание на некоторые тренды:

1. FIDO2 — это открытый стандарт для беспарольной аутентификации, разработанный FIDO Alliance. Он позволяет пользователям аутентифицироваться с помощью аппаратных ключей безопасности (YubiKey, Titan Security Key) или биометрических данных, хранящихся на их устройствах. FIDO2 обеспечивает высокий уровень безопасности и удобства использования, и поддерживается многими крупными платформами и сервисами.

2. Использование искусственного интеллекта для автоматической проверки подлинности документов, удостоверяющих личность (паспорта, водительские права). AI может анализировать изображения документов, выявлять признаки подделки и извлекать информацию для дальнейшей проверки. Это значительно ускоряет процесс верификации и снижает риск ошибок.

3. Поведенческая биометрия может использоваться не только для первоначальной аутентификации, но и для непрерывной аутентификации пользователя во время его сеанса работы. Система постоянно анализирует поведение пользователя и выявляет отклонения, которые могут указывать на то, что аккаунт был скомпрометирован.

Несмотря на прогресс в области аутентификации и валидации, существуют и определенные вызовы, первое — это внедрение некоторых современных методов аутентификации, таких как биометрия и FIDO2, может потребовать значительных инвестиций в оборудование и программное обеспечение. Такжке сбор и хранение биометрических данных вызывает вопросы о приватности, необходимо обеспечить надежную защиту этих данных и соблюдать требования регуляторов. Кроме этого некоторые методы аутентификации зависят от наличия определенных технологий, таких как мобильные устройства или аппаратные ключи, поэтому необходимо учитывать, что не все пользователи имеют доступ к этим технологиям.

Также стоит выделить, что злоумышленники постоянно разрабатывают новые методы обхода систем аутентификации. Необходимо постоянно совершенствовать методы защиты и следить за новыми угрозами. Но создание сложных, громоздких и неудобных процедур аутентификации отпугнут пользователей, поэтому необходимо находить баланс между безопасностью и удобством использования.

В будущем можно ожидать дальнейшего развития в следующих направлениях:

1. Усиление защиты от фишинга, данная сфера постоянно развивается, поскольку в большенстве случае именно человек является слабым звеном в системе.
2. Более широкое распространение беспарольной аутентификации, уже сегодня в социальных сетях и почтовых сервисах парольная аутентификация уходит на второй план.
3. Совершенствование алгоритмов поведенческой биометрии и расширение спектра анализируемых параметров, поскольку это довольное перспективное направление.
4. Более тесная интеграция систем аутентификации с другими системами безопасности, такими как системы обнаружения вторжений и системы управления доступом.
5. Создание более удобных и безопасных методов аутентификации для пользователей с ограниченными возможностями и повышеными потребностями.

Аутентификация и валидация пользователей являются критически важными компонентами современной цифровой безопасности. Эволюция методов аутентификации продолжается, и современные тренды направлены на повышение безопасности, улучшение пользовательского опыта и соответствие требованиям регуляторов. Внедрение современных методов аутентификации, таких как MFA, биометрия, беспарольная аутентификация и поведенческая биометрия, позволяет значительно повысить уровень защиты онлайн-сервисов и защитить конфиденциальную информацию пользователей. Однако, важно учитывать вызовы и потенциальные проблемы, связанные с этими методами, и постоянно совершенствовать методы защиты для борьбы с новыми угрозами. В будущем можно ожидать дальнейшего развития в области аутентификации, направленного на создание более безопасных, удобных и доступных решений для всех пользователей.

Библиографический список:

1. Посметухова Кристина Николаевна, Актаева Алкен Умурбековна ОБЗОР И КРАТКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ // НИР/S&R. 2023. №2 (14). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-kratkiy-analiz-sovremennyh-metodov-autentifikatsii (дата обращения: 01.04.2025).
2. Чекмарев Дмитрий Юрьевич, Борзенкова Светлана Юрьевна ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-identifikatsii-polzovateley-v-informatsionnyh-sistemah (дата обращения: 08.04.2025).
3. Кураков В. И., Худадян А. С., Баева У. М. АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ БИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ // Вестник науки. 2022. №5 (50). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-uyazvimostey-biometricheskih-metodov-autentifikatsi (дата обращения: 08.04.2025).

УДК 004:001.89:37.09

Онлайн-платформа «Проектно-ориентированное обучение»

Нигматуллин И. И.
Научный руководитель – Кожевникова П. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Сегодня, когда работодатели ищут не просто теоретически подкованных, а практически ориентированных специалистов, проектно-ориентированное обучение выступает эффективным инструментом, позволяющим выпускникам уверенно начать свой профессиональный путь. Это обусловлено тем, что практический опыт, полученный в процессе работы над реальными проектами, формирует у студентов наиболее востребованные компетенции. В этой связи все большую популярность приобретают онлайн-платформы, способные создать необходимое пространство для реализации проектно-ориентированного подхода.

Казалось бы, создание онлайн-платформы, которая становится центром активного взаимодействия, объединяя заказчиков, кураторов и студентов, это идеальный ответ на вызовы современного рынка труда. Однако, на практике можно столкнуться со следующими проблемами:

1. Сложности в командной работе - неравномерное распределение задач.

Проблема заключается в том, что, когда одни участники активно берутся за выполнение задач, другие и вовсе могут не участвовать в проекте.

В результате это ведет к снижению качества выполняемого проекта, а также к разладу среди участников.

2. Отсутствие четких критериев оценки - недостаточная ясность и детализация критериев.

Не все участники всегда четко понимают, за что именно они получили ту или иную оценку, из чего данная оценка складывается.

В результате это ведет к снижению мотивации участников.

3. Отсутствие подтвержденных компетенций - непонимание реального уровня владения компетенциями.

Выбранные участником компетенции не гарантируют их владение.

В результате кураторам сложнее давать оценку, а заказчикам находить исполнителей в проект.

4. Демонстрация достижений - сложность в презентации результатов работы.

Не все студенты могут грамотно представить себя будущим работодателям. Даже если выпускник реально владеет определенными компетенциями, но нет доказательств проделанной работы, в связи с чем работодателю трудно оценить кандидата.

В результате снижаются шансы на успешное трудоустройство.

Таким образом, целью данной статьи является обзор методов, которые можно реализовать с помощью онлайн-платформы. Цель данных методов – повысить качество проектно-ориентированного обучения и дать возможность каждому студенту найти своего работодателя.

Для решения перечисленных проблем необходимо разработать и внедрить следующие механизмы:

1. Механизм распределения задач между участниками.

Распределение задач – это назначение задач каждому исполнителю в соответствии с его опытом и загруженностью.

Цель механизма – обеспечить эффективную работу команды.

Варианты реализации:

- Автоматически – система сама анализирует данные об участниках и назначает задачи.
- Вручную – куратор проекта сам распределяет задачи между исполнителями.
- Гибрид – система предлагает варианты распределения задач, а куратор подтверждает вариант или корректирует его.

Ожидаемые результаты:

- Эффективное выполнение задач.

- Распределение нагрузки между исполнителями.

Возможности для исследований:

- Статистический анализ – сбор данных о времени выполнения задач, количестве корректировок и нагрузке участников.
- Оценка удовлетворённости – проведение опросов среди участников, чтобы понять, насколько эффективно распределяются задачи.
- Сравнительный анализ – исследование результатов работы команды до и после внедрения механизма с целью выявления изменений.
- Показатели эффективности – отслеживание роста продуктивности, снижения задержек и улучшения качества выполнения задач.

2. Рейтинговая система для прозрачной оценки вклада каждого участника.

Рейтинг – это показатель активности и компетентности участников.

Цель механизма – обеспечить прозрачную оценку.

Варианты реализации:

- Бальная – рейтинг зависит от активности и выполненных задач.
- Уровневая – рейтинг повышается при достижении конкретных результатов.
- Репутационная – рейтинг зависит от мнения других участников.

Ожидаемые результаты:

- Прозрачность оценки.
- Повышение мотивации.

Возможности для исследований:

- Сравнительный анализ – исследование активности участников до и после внедрения механизма с целью выявления изменений.
- Анализ точности оценки – исследовать, насколько точно рейтинг показывает уровень компетентности участника.

3. Механизм подтверждения компетенций для повышения уровня доверия заказчиков.

Компетенция – навык, которым владеет участник.

Цель механизма – присвоить компетенциям подтвержденный статус для повышения уровня доверия заказчиков.

Варианты реализации – курсы, тесты, практические задания.

Ожидаемые результаты:

- Повышение уровня доверия заказчиков.
- Облегчение процесса поиска исполнителей.
- Повышение мотивации участников.

Возможности для исследований:

- Анализ эффективности вариантов подтверждения компетенций – исследовать, какой вариант наиболее эффективно подтверждает навыки участников (курсы, тесты или практические задания).
- Оценка влияния на доверие и выбор заказчиков – исследовать, каким участникам заказчики отдают предпочтение при поиске исполнителей в проект.
- Анализ мотивации – исследование влияния подтвержденных компетенций на мотивацию участников.

4. Механизм формирования портфолио на основании выполненных проектов.

Портфолио – выполненные работы участников.

Цель механизма – дать участникам возможность продемонстрировать свои навыки и достижения работодателям.

Варианты реализации:

- Автоматически – система сама формирует портфолио на основе выполненных проектов.
- Вручную – участник сам выбирает среди выполненных проектов те, которые хочет включить в портфолио.

- Гибрид – система формирует портфолио, предлагая участнику возможность его редактирования.

Ожидаемые результаты:

- Упрощение демонстрации достижений.
- Повышение шанса успешного трудоустройства.

Возможности для исследования:

- Анализ эффективности – насколько эффективно система формирует портфолио в сравнении с ручными методами.
- Оценка влияния гибридного подхода – исследовать, как возможность редактирования портфолио влияет на его качество.
- Оценка влияния портфолио на трудоустройство – как портфолио влияет на шанс успешного трудоустройства.

Мы понимаем, как важно для студентов не только получить знания, но и продемонстрировать свои достижения, подтвержденные опытом и практикой. Поэтому мы планируем разработать функционал, который будет ориентирован на поддержку профессионального роста наших студентов.

Механизм командного взаимодействия обеспечит эффективное распределение задач между участниками, что позволит каждому внести свой вклад, получить объективную оценку, повысить рейтинг и пополнить свое портфолио. Исследования, проводимые в рамках этого механизма, помогут выявить оптимальные методы распределения задач, улучшить процесс работы в команде и повысить уровень удовлетворённости участников.

Рейтинговая система обеспечит оценку конкретно выполненных задач, где каждый рейтинг станет не просто цифрой, а реальным отражением вклада в проект. Исследования будут направлены на анализ эффективности рейтинговой системы, ее влияния на мотивацию участников и на объективность оценок.

Механизм подтверждения компетенций исключит возможность приписывания несуществующих навыков. Студенты смогут подтвердить свои знания и умения через выполнение реальных заданий, тестов и курсов, что также будет оценено работодателями. Исследования в этой области позволят определить, какие форматы подтверждения компетенций наиболее эффективны, а также насколько они влияют на доверие со стороны заказчиков и работодателей.

Возможность формировать портфолио, которое студенты смогут предоставить при трудоустройстве. Это даст им шанс продемонстрировать выполненные проекты и получить заслуженное признание. Исследовательская работа в этом направлении связана с анализом различных подходов к формированию портфолио, изучением восприятия таких портфолио работодателями, а также определением факторов, которые делают представление результатов привлекательным и информативным.

Все эти механизмы и исследования направлены на реализацию главной цели – помочь студентам успешно подготовиться к выходу на рынок труда. Такой подход позволит сделать процесс обучения максимально практикоориентированным, а также повысить мотивацию студентов.

Разработка и внедрение данных инструментов станет основой для дальнейших научных исследований в области проектно-ориентированного обучения и цифровизации образовательной среды.

Библиографический список:

1. Проектная деятельность как средство формирования проектного мышления студентов вуза / Е.И. Горюхина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2018. - №18. – С. 167-171.
2. Проектно-ориентированные модели обучения / А.В. Дроздин, В.В. Жукова // Педагогические инновации. – 2018. - №5. – С. 18-28.
3. Онлайн-платформа "проектно-ориентированное обучение" / Нигматуллин И.И., Кожевникова П.В. // Информационные технологии в управлении и экономике.–2024.–№ 2.– С. 25-31.

УДК 004.9

Аналитическое исследование мобильного рабочего места как инструмента повышения эффективности управления услугами ЖКХ

Каганяк Д. С.
Научный руководитель – Шпаковский Д. В.
Ухтинский государственный технический Университет, г. Ухта, Россия

Сфера жилищно-коммунального хозяйства — одна из самых консервативных и в то же время жизненно важных для общества. На фоне роста урбанизации, увеличения количества обращений граждан и повышения требований к качеству услуг, прежние подходы к управлению оказываются неэффективными. Многоуровневая структура управления, высокая нагрузка на операторов, низкая цифровая зрелость предприятий ЖКХ — все это обуславливает необходимость реформирования управления и внедрения современных решений.

Мобильное рабочее место (МРМ) — один из ключевых инструментов, обеспечивающих оперативное и качественное выполнение заявок, снижение издержек и повышение прозрачности работы. Сегодня такие решения уже активно применяются в других сферах: логистика, медицина, строительство. Внедрение МРМ в ЖКХ позволяет добиться не только автоматизации процессов, но и сформировать принципиально новый подход к взаимодействию между службами, исполнителями и населением.

Проблемы и вызовы в управлении ЖКХ

Современное ЖКХ сталкивается с рядом системных проблем:

1. Низкая оперативность обработки заявок и устранения аварий. С момента поступления обращения до выполнения может пройти несколько дней, особенно в периоды пиковой нагрузки.
2. Разрозненность информационных систем, отсутствие централизованного хранения данных, устаревшие форматы отчетности.
3. Недостаточная прозрачность выполнения работ, что снижает доверие граждан и увеличивает количество повторных обращений.
4. Ограниченность каналов связи между диспетчерской службой, исполнителями и заявителями.
5. Отсутствие системы мониторинга в реальном времени, что делает невозможным объективную оценку эффективности сотрудников.

Для более наглядного представления взаимосвязи между основными проблемами и возможностями их решения с помощью цифровых технологий приведём следующую таблицу:

Таблица 1 – Основные проблемы ЖКХ, решаемые с помощью МРМ

Проблема управления ЖКХ	**Решение с помощью МРМ**
Длительная обработка заявок	Автоматизированное распределение и мобильное оповещение исполнителя
Отсутствие контроля над исполнением	Геотрекинг, статус задач, фотофиксация выполненных работ
Низкий уровень взаимодействия с заявителем	Push-уведомления, оценки качества, обратная связь
Неэффективное планирование ресурсов	Аналитика нагрузки, маршрутизация задач по геолокации
Сложности в отчетности	Автоматическое формирование отчётов, цифровая подпись

Эти вызовы требуют перехода от бумажного документооборота и устаревших IT-решений к комплексной цифровизации с ориентацией на мобильность, открытость и интеграцию.

Понятие мобильного рабочего места и его архитектура

Мобильное рабочее место (МРМ) — это гибкий цифровой инструмент, предоставляющий сотрудникам возможность выполнять служебные задачи независимо от местоположения, в том числе — на выезде. МРМ обеспечивает доступ к информационным системам, заданиям, заявкам, оборудованию и отчетным формам через смартфон или планшет.

Основные компоненты МРМ:

• Мобильное приложение, синхронизированное с сервером управления заявками;

• Интерфейс исполнителя, отображающий задания, сроки, адреса, контактные данные;

• Геолокация сотрудников, автоматическая маршрутизация задач;

• Функции фото- и видеофиксации, сканирования QR-кодов;

• Обратная связь с диспетчером и системой аналитики.

МРМ может быть частью единой платформы цифрового ЖКХ, объединяющей диспетчеризацию, учет ресурсов, биллинг, CRM, ГИС-систему и IoT-сервисы.

Функциональные преимущества МРМ

Внедрение мобильного рабочего места в управление услугами ЖКХ позволяет получить следующие преимущества:

1. Повышение оперативности: исполнитель получает задачу в момент её регистрации, минуя бумажные журналы и устные распоряжения.

2. Контроль в реальном времени: руководство и диспетчеры видят статус выполнения задач, местонахождение сотрудников, отчеты с места выполнения.

3. Повышение доверия граждан: заявитель может отслеживать процесс, получать уведомления и фотоотчеты, оценивать работу.

4. Снижение издержек: меньше времени уходит на логистику, нет необходимости в дублировании заявок или пересылке бумаг.

5. Объективная оценка KPI сотрудников: фиксируется скорость выполнения, соблюдение регламента, качество работ.

Ниже представлена таблица, демонстрирующая соответствие функционала МРМ и их практических преимуществ для управления ЖКХ

Таблица 2 – Функции и преимущества МРМ

Город	**До внедрения МРМ: средний срок выполнения заявки**	**После внедрения МРМ**	**Снижение сроков (%)**	**Уменьшение жалоб (%)**
Москва	72 часа	24 часа	66%	30%
Казань	60 часов	28 часов	53%	22%
Екатеринбург	48 часов	20 часов	58%	40%

Кроме того, МРМ снижает зависимость от человеческого фактора и формирует условия для объективной цифровой отчетности.

Практика применения в российских регионах

Рассмотрим практические результаты внедрения МРМ в трёх крупных городах России:

Таблица 3 – Практика применения в российских регионах

Регион	**Эффект внедрения**
Москва	Сокращение сроков реагирования с 3 до 1 дня, рост удовлетворенности на 25%
Казань	Снижение повторных заявок на 30%, интеграция с видеонаблюдением и IoT
Санкт-Петербург	Снижение транспортных расходов на 15%, рост охвата выездов на 20%

Опыт внедрения МРМ в ряде субъектов РФ демонстрирует значительный эффект:

• Москва: в рамках программы “Моя улица” мобильные рабочие места были внедрены в системе ГБУ “Жилищник”. Средний срок реагирования на заявку сократился с 3 дней до 1 суток. Уровень удовлетворенности жителей вырос на 25%.

• Казань: использование МРМ в рамках “Умного города” позволило снизить количество повторных заявок на 30%, интегрировав МРМ с системой видеонаблюдения и IoT-датчиками.

• Санкт-Петербург: мобильные устройства получили более 500 сотрудников аварийных служб. Автоматизация позволила сократить затраты на транспорт на 15% и увеличить охват выездов на 20%.

Барьеры внедрения и пути преодоления

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение МРМ сталкивается с рядом препятствий:

- Отсутствие цифровой культуры в организациях ЖКХ;
- Сопротивление персонала: страх перед контролем, нежелание осваивать новое ПО;
- Высокие первоначальные инвестиции в разработку и закупку оборудования;
- Недостаток IT-специалистов в регионах.

Пути преодоления:

- Запуск пилотных проектов с поэтапным масштабированием;
- Государственные субсидии на цифровизацию ЖКХ;
- Обучение и мотивация сотрудников;
- Внедрение отечественных open-source решений.

Перспективы и направления развития

В дальнейшем МРМ станет частью единой цифровой экосистемы ЖКХ, включающей:

- Искусственный интеллект — предиктивное планирование ремонтных работ;
- Цифровой двойник города — 3D-модель с визуализацией работ, заявок и движения персонала;
- Интеграция с ГИС и госуслугами, что упростит контроль и отчетность перед органами власти и населением.

Заключение

Мобильное рабочее место — это не просто технологическая новинка, а стратегический инструмент управления в условиях цифровой трансформации ЖКХ. Оно обеспечивает переход к более открытому, эффективному формату оказания коммунальных услуг. Его внедрение позволяет решать ключевые проблемы отрасли и формировать устойчивую, управляемую, прозрачную инфраструктуру обслуживания.

Библиографический список:

1. Бессонов А.Л. Цифровая трансформация городского управления // Муниципальное управление: теория и практика. – 2021. – №5. – С. 22–28.
2. Козлова Т.В., Смирнов П.Н. Мобильные решения в ЖКХ: опыт внедрения и перспективы // Информационные технологии. – 2020. – №3. – С. 45–51.
3. Анисимов И.Н. Мобильные технологии в работе коммунальных служб // Коммунальное хозяйство России. – 2022. – №7. – С. 33–39.
4. Ходос Д.А., Лаптев А.С. Цифровизация ЖКХ: проблемы и решения // Экономика и управление. – 2021. – №4. – С. 57–63.
5. Федеральная программа “Умный город” – Минстрой РФ. URL: https://minstroyrf.gov.ru/smartcity (дата обращения: 05.04.2025).

СЕКЦИЯ 13. ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 638.047

Усовершенствование технологии лесовосстановления

Голицын В. А.
Научный руководитель – Чемшикова Ю. М.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Инновационные технологии в лесном хозяйстве: Роль беспилотных летательных аппаратов.

Лес – это не просто набор деревьев, а сложная и динамичная экосистема, требующая внимательного управления и постоянного мониторинга. В условиях современных вызовов, таких как изменение климата и антропогенное воздействие, лесное хозяйство нуждается в инновационных решениях. Одним из таких решений стали беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые открывают новые горизонты для эффективного управления лесными ресурсами.

В настоящее время основной проблемой воспроизводства лесов является его неэффективность. Финансируются и контролируются действия и промежуточные показатели (посадка, тип посадочного материала), а не результат – создание экономически ценных насаждений (хвойных, дубрав и пр.). За редким исключением мероприятия по посадке леса без последующих эффективных уходов приводят либо к гибели посадок, которые заглушаются травянистой растительностью или попадают под полог осины и березы, либо к формированию загущенных хвойных монокультур, пожароопасных и неустойчивых к засухе и поражению насекомыми и патогенами.

Несмотря на общее увеличение расчетной лесосеки, качественные характеристики лесов существенно ухудшились, в первую очередь из-за истощения запаса наиболее востребованных экономически хвойных пород и замены их в древостоях березой и осиной. Лиственные древостои занимают площади, на которых могли бы произрастать хвойные. В России валовой доход с единицы площади эксплуатационных лесов при одинаковых затратах в 30–35 раз ниже, чем в Финляндии. Расстояние вывозки балансов сейчас близко к значениям на грани окупаемости. Истощенность экономически доступных лесных ресурсов обусловлена рядом факторов, включая излишнюю нагрузку на осваиваемые леса вследствие неправильного определения расчетной лесосеки (ежегодного разрешенного объема пользования, ошибочно завышаемого из-за использования устаревшей или искаженной информации о лесах, равно как и включения в расчет экономически недоступных лесов) и масштабных лесных пожаров. Тем не менее решающим фактором является уже несколько десятилетий отсутствующие эффективное лесовосстановление ценными породами и рубки ухода в молодняках, направленные на формирование экономически ценных насаждений.

В настоящее время молодняки переводятся в покрытые лесом земли уже в середине периода уходов за ними – это не позволяет объективно оценить успешность воспроизводства лесов. Однако, даже по таким официальным данным, более 25% культур гибнут в первые 10 лет после посадки, еще больше в последующие 10–15 лет. Так, с 1993 по 2013 год погибло 53,5% созданных лесных культур. Для формирования молодняков требуемого породного состава и густоты в них необходимо проводить в среднем два приема ухода. При средней площади лесовосстановления в последние 10 лет 0,85 млн га уходом должно быть охвачено 1,7 млн га в год, в реальности уход проводится в среднем на 0,27 млн га, то есть на площади в шесть раз меньше необходимой. Основной причиной неэффективности системы воспроизводства лесов в Российской Федерации является ориентированность нормативной базы и практики ведения лесного хозяйства на первый этап цикла воспроизводства лесов – посадку.

БПЛА: Технология будущего

Беспилотные летательные аппараты представляют собой не просто инструменты для аэрофотосъемки. Это высокотехнологичные устройства, которые могут работать в самых сложных условиях. Они управляются дистанционно или автономно, что позволяет им выполнять задачи в труднодоступных местах, где традиционные методы мониторинга становятся неэффективными. Благодаря своей мобильности и универсальности, БПЛА становятся важным элементом современного лесного хозяйства.

Рисунок 1

Картографирование: Искусство и наука

Создание лесохозяйственных карт – это не только технический процесс, но и искусство. БПЛА позволяют значительно ускорить этот процесс, предоставляя точные данные о состоянии растительности и изменениях в экосистеме. Использование технологий фотограмметрии и RTK (Real Time Kinematic) позволяет создавать детализированные карты и 3D-модели, которые служат основой для принятия обоснованных решений.

Лесотаксация: Научный подход к управлению

Современные методы лесотаксации с использованием БПЛА позволяют не только выделять границы участков, но и глубже анализировать их характеристики. Это дает возможность выявлять закономерности роста лесных массивов и предсказывать их развитие в будущем. Данные, полученные с помощью беспилотников, становятся основой для научных исследований и разработки новых методов управления лесными ресурсами.

Инвентаризация: Эффективность на первом месте

Регулярный мониторинг лесных массивов с помощью БПЛА позволяет поддерживать актуальность электронных документов и сопоставлять их с реальными данными. В условиях интенсивной эксплуатации леса качество древесины может снижаться, а количество – уменьшаться. БПЛА обеспечивают точные данные даже о самых удаленных участках, что делает инвентаризацию более эффективной и менее затратной.

Анализ состояния лесного фонда: Прогнозирование будущего

Информация, получаемая с помощью БПЛА, помогает не только оценить текущие запасы древесины, но и предсказывать возможные угрозы для экосистемы. Аэрофотосъемка с использованием инфракрасного излучения позволяет выявлять очаги распространения вредителей и болезней на ранних стадиях. Это дает возможность оперативно реагировать на угрозы и разрабатывать стратегии по защите лесов.

Оперативный мониторинг: Быстрая реакция на изменения

Данные, полученные во время обследования с помощью БПЛА, предоставляют полную картину состояния леса в режиме реального времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения в экосистеме – от контроля объемов вырубки до оценки ущерба от природных катастроф. Оперативный мониторинг становится важным инструментом для предотвращения негативных последствий.

Борьба с незаконной деятельностью: Защита природы

Беспилотные летательные аппараты играют ключевую роль в обеспечении безопасности лесных угодий. Они способны выявлять незаконную деятельность на территории леса независимо от времени суток или погодных условий. Возможность получения детализированных снимков позволяет идентифицировать правонарушителей и оперативно реагировать на их действия.

Рисунок 2

Заключение: Будущее за инновациями

Использование беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве – это шаг к более устойчивому управлению природными ресурсами. Эти технологии не только упрощают процессы мониторинга и инвентаризации, но также способствуют более рациональному использованию ресурсов и защите экосистемы от негативного воздействия человека. В условиях глобальных изменений именно инновации станут ключом к сохранению наших лесов для будущих поколений.

Библиографический список:

1. Ширнин Ю. А. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление : учебное пособие / Ю. А. Ширнин, Е. М. Царев, К. П. Рукомойников. – Йошкар-Ола, 2019. – 182 с.
2. Лесопромышленный комплекс: Состояние, проблемы, перспективы / Н.А. Бурдин, В.М.Шлыков, В.А. Егорнов, В.В. Саханов. – М.: МГУЛ, 2000. – 473 с.
3. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: МГУЛ, 2001. – 333 с.
4. Электронный ресурс: https://drones-russia.ru/

УДК 630*3

К вопросу о совершенствовании технологии лесосечных работ на предприятии ООО «Оптима Лес»

Мурахтанов К. С.
Научный руководитель – Коломинова М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

ООО «Оптима Лес» организовано в 2005 году и находится с. Помоздино ул. Гаражная,8. Основой для создания предприятия явились техническая база и людские ресурсы ИП Шебырева Н.А., который уже имел трехлетний опыт работы в области лесозаготовок.

Предприятие и по сей день ведет традиционную заготовку древесины, т.е. валка дерева бензопилами и трелевка тракторами. Такой вид заготовки, по нашему мнению, является наиболее щадящим для лесного фонда и не требует сокращения рабочих мест.

В 2004 году была приобретена производственная база, что позволило строить деревообрабатывающий цех, развернуть ремонтную базу для будущего предприятия.

В 2005 году был построен лесопильный цех, а в 2006 году – цех по выпуску оцилиндрованного бревна и срубов из оцилиндрованного бревна. В 2007 году открылся цех лесопиления в п. Диасёръя. С 2007 по 2009 год был обновлен автотракторный парк. В 2012 году закупили оборудование для сушки и выпуска половой доски, евровагонки, блохауса и других строганных пиломатериалов.

В ноябре 2012 года при финансовой поддержке Администрации МР «Усть-Куломский» был приобретен автогрейдер. На сегодняшний день «Оптима Лес» обслуживает межпоселенческие дороги Помоздино – Диасёръя-Югыдтыдор – Помоздино – Бадьёльск, Помоздино – Сордйыв, а также дороги внутри поселений.

В 2015 году предприятие будет отмечать свое 20-летие. За этот период было создано более 100 рабочих мест. Несмотря на нестабильность экономики, предприятие продолжает развиваться, ставит перед собой задачи по углублению переработки древесины, модернизации автоматизации производства, уменьшению и переработке отходов производства (рис. 1-2).

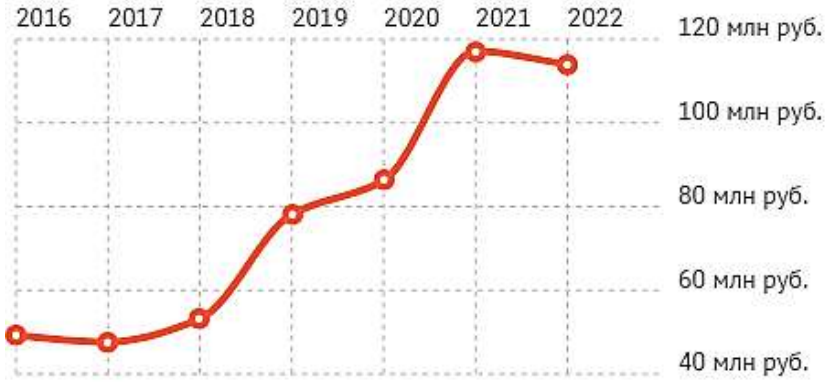


Рисунок 1 – Финансовые показатели выручки ООО «Оптима Лес»

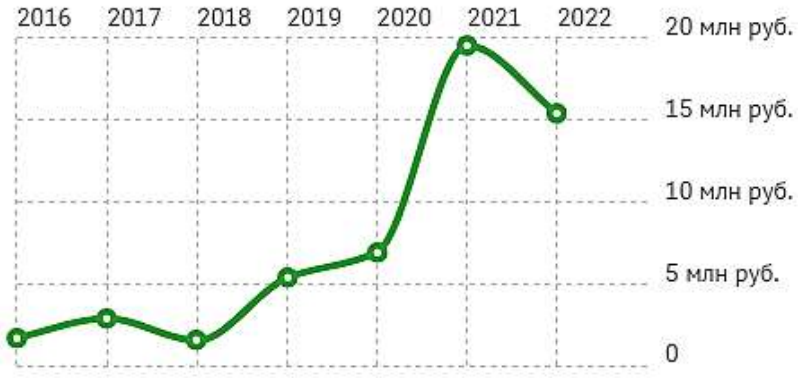


Рисунок 2 – Финансовые показатели чистой прибыли ООО «Оптима Лес»

Лесосырьевая база ООО «Оптима Лес» расположена на территории Помоздинского лесничества, Помоздинского участкового лесничества. Общая площадь кварталов 30 тыс. га. Характеристика арендуемых участков предприятия ООО «Оптима Лес» представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика арендуемых участков предприятия ООО «Оптима Лес»

Показатели	Ед. изм.	Значения
Годовой объем лесозаготовок	$м^3$	37500
Запас спелых насаждений	$м^3$/га	120
Формула состава насаждения	-	4С3Е2Б1Ос
Средний объем хлыста	$м^3$	0,21
Средняя длина хлыста: Сосна Ель Берёза Осина	м	 22 24 16 24

Лесозаготовительная деятельность ООО «Оптима лес» осуществляется на территории Помоздинского лесничества, Помоздинского участкового лесничества в кварталах № 60, 61, 62, 80, 81, 82.

Технология заготовки древесины с применением системы машин «Харвестер» + «Форвардер» появилась на предприятии относительно недавно. На сегодняшний день применяемые машины арендуются у сторонних организаций. Постепенно планируется приобретение собственного комплекса на базе харвестера и форвардера.

Кроме того, предприятием осуществляется заготовка древесины бензомоторными пилами. В состав предприятия входит бригада из 8 человек. Для трелевки заготовленной древесины применяется форвардер, а для вывозки заготовленной древесины применяют два сортиментовоза Камаз-6520 и три Маз-5516. Для ручной валки деревьев применяют бензомоторные пилы Husqvarna-440, для раскряжевки древесины – бензомоторные пилы Husqvarna-240.

Цель данного исследования – детально изучить технологический процесс лесосечных работ на предприятии и внедряемую технологию сбора порубочных остатков, а также принцип работы рубительной установки РРМ-5.

В процессе проведения рубок леса на лесосеках остаются порубочные остатки (вершины стволов, ветви, сучья, кора, листва), а иногда и отдельные стволы или их части (рис. 3). При оставлении этой древесной массы на лесосеке повышается пожарная опасность, затрудняется естественное возобновление леса, создаются очаги размножения вредных насекомых и грибных заболеваний.

Места рубок необходимо приводить в соответствующее санитарное состояние. Очистка лесосек является заключительной стадией лесосечных работ и важным лесохозяйственным требованием. Очистка мест рубок проводится одновременно с рубкой леса или после ее окончания в целях своевременного проведения лесовосстановительных работ и обеспечения выполнения требований, санитарных и противопожарных правил в лесах.

Согласно приказу Минприроды России от 17.01.2022 N 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки», очистка мест рубок от порубочных остатков осуществляется следующими способами:

- сбором порубочных остатков в кучи и валы с оставлением их на месте для перегнивания и для подкормки диких животных в зимний период;

- укладкой порубочных остатков на волоки с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при трелевке;

- сбором порубочных остатков в кучи и валы с последующим сжиганием их в пожаробезопасный период;

- разбрасыванием измельченных порубочных остатков в целях улучшения лесорастительных условий;

- укладкой и оставлением на перегнивание порубочных остатков на месте рубки;

- вывозом порубочных остатков в места их дальнейшей переработки.

Рисунок 3 – Порубочные остатки на лесосеке

Для сбора порубочных остатков на предприятии используется подборщик сучьев грабельного типа ПС-2,4 (рис. 4).

Рисунок 4 – Подборщик сучьев грабельного типа ПС-2,4

Щепорубительная машина РРМ-5 (рис. 5) предназначена для измельчения сучьев, вершин деревьев, горбыля и различных древесных отходов деревообрабатывающих производств.

Рисунок 4 – Щепорубительная машина РРМ-5

Полученная в процессе переработки щепа может быть использована в качестве топлива (в россыпь или топливным брикетом) для газогенераторных и котельных установок с целью получения тепловой энергии, отопления помещений и нагрева воды. Также из нее можно изготавливать древесно-стружечные клееные строительные материалы.

Технические характеристики автономной щепорубительной машины РРМ-5 с приводом от ДВС приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Технические характеристики автономной щепорубительной машины РРМ-5 с приводом от ДВС

Показатели	Значения
Производительность	15 $м^3$/ч
Мощность двигателей	15 кВт
Масса оборудования	450 кг
Размер щепы	регулируется от 5 до 30
Приемное окно	130 мм
Бренд	БМП
Длина	750 мм
Ширина	750 мм
Высота	900 мм
Диаметр ротора	700 мм
Размеры без трубы и бункера, мм	750х750х900
Обороты ротора, об/мин	1000-1500
Цена, руб.	от 249000

Производительность мобильной щепорубительной машины для переработки порубочных остатков в щепу в условиях лесосеки определяется по формуле:

$$П = 60 \times К_{п} \frac{\pi d^2}{4} \times l_{щ} \times n \times Z$$

,

где $К_п$ – коэффициент загрузки или подачи для многоножевых машин. Кп=0,3…0,9;

d – величина среднего диаметра порубочных остатков по вырубке, м. d=0,48 м;

$l_{щ}$ – длина щепы, мм. $l_{щ}$=30 мм=0,03 м;

n – обороты ротора, об/мин. n=1000-1500;

Z – число ножей. Z=2 [1].

$$П_{р} = 60 \times 0{,}3 \times \frac{3{,}14 \times 0{,}48^2}{4} \times 0{,}03 \times 1000 \times 2 = 195 \frac{м^3}{ч}.$$

Применение технологического процесса с использованием подборщика сучьев грабельного типа ПС-2,4 и переработка лесосечных отходов на топливную щепу рубительной машиной РРМ-5 имеет следующие преимущества:

1. Увеличивается съем полезной продукции с одного гектара осваиваемых лесосек.
2. Увеличивается эффективность использования порубочных остатков, так как порубочные остатки могут используться для изготовления разных видов продукции.
3. Появляется возможность использовать наиболее ценную древесную часть крупных сучьев для переработки на технологическую щепу.
4. Увеличиваются качество и стоимость получаемой продукции из отсортированных порубочных остатков.
5. Снижается захламленность, а, значит, и пожароопасность разработанных лесосек.
6. Улучшается санитарное состояние вырубаемых лесных площадей.

Библиографический список:

1. Безруких Ю.А. Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д., Мохирев А.П. Рациональное природопользование в условиях устойчивого развития экономики промышленных предприятий лесного комплекса // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12. С. 994-996.

УДК 630*18:502.171

Проектирование цеха по производству латофлекса

Яремчук А. А.
Научный руководитель – Чемшикова Ю. М.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В последние годы российский мебельный рынок характеризуется ростом производства отечественной продукции. На мебельном рынке происходит активная трансформация, которая вызвана экономическими сдвигами и связана с уходом части крупных игроков. Мебельным компаниям приходится приспосабливаться к новым условиям.

Что касается сегментации рынка мебели РФ, то он делится на три основных группы: мебель для дома, доля которой 60 % от общего объема рынка; офисная мебель – 30 % от общего объема рынка; специализированная мебель (для учебных заведений, больниц, складских помещений, развлекательных мест) – 10 % от общего объема рынка. Для наглядности сегментация рынка мебели представлена рисунком 1.

Мебельная продукция для дома также делится на три основных сегмента: корпусная мебель, доля которой 60 % от мебельной продукции; мягкая мебель – 25 %; кухонная мебель – 15 %. Представим сегментацию мебели для дома на рисунке 2.

Рисунок 1 – Сегментация рынка мебели РФ по назначению в 2022 г.

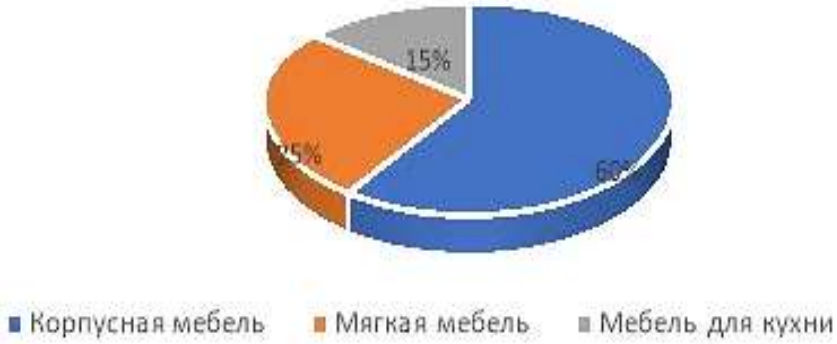


Рисунок 2 – Сегментация мебели для дома в РФ по направлениям в 2022 г.

Кроватное основание из гнутоклееных реек обеспечивает равномерную нагрузку на основание кровати и предотвращает множественные прогибы, которые характерны для пружинных конструкций.

Латофлекс – это рейка**,** которая используется в качестве основания для матраса, мягкой мебели и кровати. Чаще всего, изделие производится из березового шпона.

Основным сырьем для производства латофлекса является березовый шпон, толщиной от 1 мм до 1,7 мм и влажностью 6 ± 2%. Для склеивания деталей используется карбамидно-формальдегидный клей или смола, в которую добавляют водный раствор хлористого аммоний, с помощью которого изготавливается фанера.

Латофлекс, как правило, изготавливается из нескольких сортов шпона- 1 и 2 сорт.

Шпон 1 сорта использует для внешних слоев, а шпон 2 сорта – для внутренних слоёв. Изделия проходят процесс горячего прессования и склеиваются специальным клеем, что в последствии придаёт особую прочность и гарантирует их долговечность.

На рейки кладётся матрас или ортопедическое основание кровати.

Производство латофлекса включает в себя следующие технологические операции:

1. Изготовление шпона определённого формата;
2. Сушка шпона до влажности 6±2%;
3. Нанесение клея на поверхности шпона при помощи клеевых вальцов;
4. Горячее прессование пакетов на специализированном горячем прессе;
5. Форматная обрезка получившихся листов;
6. Нарезка плит на ламели заданной ширины;
7. Фрезерование готовых планок;
8. Финишное шлифование кромок ламелей.

Фанерное сырье первым делом погружают в бассейны, где происходит их гидротермическая обработка. Березовые бревна отмачиваются в воде, температура которой обычно 40-45°С. В летний период время отмачивания составляет 24 часа, а в зимний 48 часов. После того, как завершается процесс ГТО, вымоченные березовые бревна транспортируют на раскряжевочную установку. Раскрой кряжей осуществляется на круглопильных станках. Данная операция производится для того, чтобы раскроить длинный сортимент на более короткие (чураки).

Далее чурак поступает по транспортеру в цех, где при помощи толкателя сбрасывается на окорочный станок. После окорки уже оцилиндрованный чурак попадает на лущильную установку. Полученный шпон с помощью конвейера транспортируется на гильотину. Гидравлическая гильотина предназначена для обрезки шпона по заданному размеру.

С помощью вилочного погрузчика готовые пачки сырого шпона транспортируются к сушилке. Отбракованный шпон подается на шпонопочиночный станок для удаления дефектных мест в листах и заделки отверстий вставками из доброкачественного шпона.

Далее высушенный шпон транспортируют к клеенаносящим вальцам, где лист шпона промазывается клеем. В зависимости от толщины планки формируется пакет из листов шпона, уложенных перпендикулярно друг к другу. Количество пакетов соответствует количеству пролетов горячего пресса. После того как все пролеты пресса будут заполнены происходит процесс прессования и склеивания, в соответствии с заданным режимом. Происходит полимеризация клея и гнутоклееная фанера выгружается на поддоны для охлаждения.

Далее листы гнутоклееной фанеры отправляются на форматно-обрезной станок, где плиты обрезаются по заданному размеру.

После этого на многопильном станке нарезаются ламели заданной ширины. Края планок фрезеруются и шлифуются.

Преимущества латофлекса (ламелей) по сравнению с другими материалами:

Упругость – гибкие ламели пружинят, что позволяет более правильно распределить вес и расположить позвоночник.

Бесшумность – пластмассовые держатели ламелей не скрипят, что немаловажно ночью.

Долговечность – износ матраса становится гораздо меньше, если лежит на основании с ламелями.

Вентиляция – гарантирует проветривание дивана и гигиеничность.

Простота обработки – легко получают желаемый внешний вид, комбинируются с другими материалами.

Комфорт – хорошо повторяют изгибы тела, обеспечивая равномерную поддержку и оптимальный микроклимат для сна и отдыха.

Экологичность – деревянные заготовки идеально вписываются в концепции «зелёного» производства.

Рисунок 3 – Виды латофлекса

Рисунок 4 – Правильность измерения лат

Библиографический список:
1. Справочник фанерщика / А. В. Волков [и др.]. – СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2010. – 486 с
2. Деревообрабатывающее оборудование. 2014-2022 гг.: Номенклатурный каталог. – М.: ИКФ «Каталог», 2022. – 24 с.
3. Справочник по производству гнутоклееной фанеры [Текст] / под ред. Н.В. Качалина. – М., 2021. – 430 с.
4. Колесина, С. А. Анализ мебельной отрасли Российской Федерации / С. А. Колесина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 10 (457). — С. 146-149. — URL: https://moluch.ru/archive/457/100606/ (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 630*3

Измерительные инструменты в лесной таксации

Видзон М. А.
Научный руководитель – Коломинова М. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Лесная таксация имеет дело с измерениями, проводимыми специальными приборами и инструментами [1].

Мерная вилка (рис. 1) предназначена для измерения диаметров растущих и срубленных деревьев, состоит из мерной линейки с делениями и двух перпендикулярно расположенных к ней ножек (неподвижной и подвижной). С одной стороны мерной линейки нанесены сантиметровые деления с цифрами через 4 см (для пересчета деревьев по 4-сантиметровым ступеням толщины), а с другой – полусантиметровые деления с цифрами через 2 см (для пересчета по 2-сантиметровым ступеням).

Компания «Лесснаб» (Республика Карелия, г. Петрозаводск) предлагает электронные измерительные инструменты из Швеции, которые позволяют получать таксационные измерения с большой точностью [2].

С помощью компьютерной мерной вилки Haglof MD II (рис. 2) можно измерять диаметры 50 разных пород деревьев. Передав данные с вилки в компьютер, можно рассчитать запас древостоя на круговых площадках.

Точность измерений электронными мерными вилками составляет ±1 мм.

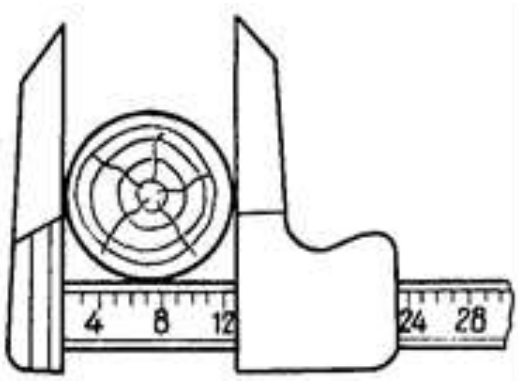


Рисунок 1 – Мерная вилка

Рисунок 2 – Компьютерная мерная вилка Haglof MD II [2]

Электронный высотомер Haglof Vertex Laser Geo (рис. 3) при работе в лесном хозяйстве позволяет вычислить высоту дерева, ширину кроны, объем пиломатериалов, общую площадь во время вырубки.

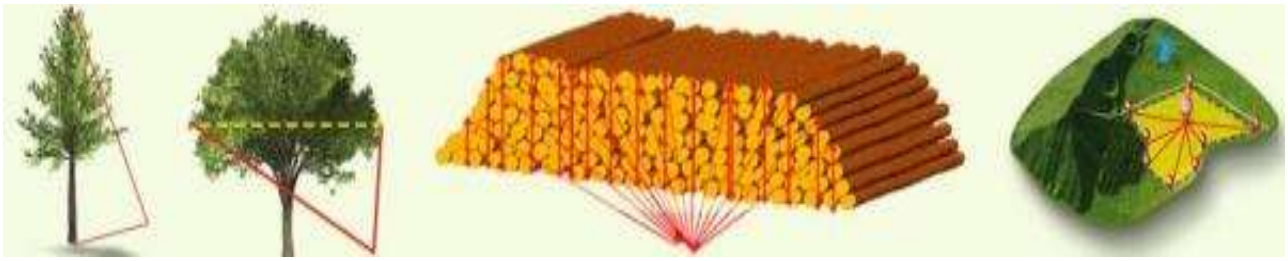


Рисунок 3 – Электронный высотомер Haglof Vertex Laser Geo [2]

Возрастные буры предназначены для исследования роста и состояния деревьев, тестирования состояния древесины строительных конструкций зданий, столбов, деталей судов. Исследование кернов, полученных при бурении деревьев, позволяет определить их возраст и прирост, влияние загрязнителей, удобрений, повреждений и других внешних воздействий. При работах по пропитке древесины с помощью буров определяется глубина проникновения пропитывающего вещества.

Рисунок 4 – Бурав Haglof [2]

Полнотомер Биттерлиха предназначен для определения площадей сечения стволов растущих деревьев в $м^2$/га.

Рисунок 5 – Полнотомер Биттерлиха [2]

Для измерения расстояний используются мерные ленты и лазерные дальномеры типа TruePulse 200 (рис. 6).

Рисунок 6 – Лазерный дальномер TruePulse 200

Наиболее точным методом таксации является сплошной перечет, при котором оценке и учету подвергается каждое дерево, находящееся в пределах выбранной для оценки территории лесопользования. Но это очень трудоемкий способ.

Обработка результатов измерений предполагает обязательную количественную статистическую обработку и анализ данных. Мы на практике находили среднее значение, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации и общую ошибку всего результата.

Например, высота дерева измерена 12 раз и получены следующие результаты:
23,6; 22,6; 23,2; 22,4; 23,1; 22,8; 22,9; 23,4; 23,5; 23,4; 22,5; 22,6
Сумма всех двенадцати измерений высоты дерева составляет Σ=276.

$$x_{ср.} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{276}{12} = 23м$$ – среднее значение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - x_{ср.}\right)^2}{n-1}}$$ – среднеквадратическое отклонение

x_i-$x_{ср.}$

+0,6; -0,4; +0,2; -0,6; +0,1; -0,2; -0,1; +0,4; +0,5; +0,4; -0,5; -0,4

$(x_i$-$x_{ср.})^2$

0,36; 0,16; 0,04; 0,36; 0,01; 0,04; 0,01; 0,16; 0,25; 0,16; 0,25; 0,16 (Σ=1,96)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1{,}96}{11}} = 0{,}42м$$ – среднеквадратическое отклонение

Коэффициент вариации: $W = \frac{\sigma}{x_{ср.}} \cdot 100 = \frac{0{,}42}{23} \cdot 100 = 1{,}8\,\%$.

Общая ошибка всего результата: $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0{,}42}{\sqrt{12}} = 0{,}12\,м$.

Таким образом, лесная таксация – очень важная наука. Работа таксатора – это очень важная трудоемкая работа. Но эта работа позволяет оценить насаждение с точки зрения получения объемов деловой и дровяной древесины, произвести приблизительную материально-денежную оценку лесосеки. Электронные измерительные инструменты позволяют облегчить тяжелую работу таксатора и своевременно передавать всю измерительную информацию для дальнейшей обработки.

Библиографический список:

1. Ерофеева Т. В., Таксация леса. Практикум : учебное пособие для вузов [Текст] / Т. В. Ерофеева, Г. А. Кононова, Г. Н. Фадькин. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 124 с.
2. Официальный сайт компании «Лесснаб». Режим доступа: https://lessnabrk.ru.

УДК 004.42:674.093

Пути преодоления адаптационных проблем работников

Мордвинов Ю. А.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В статье рассматривается возможность внедрения автоматической системы расчета поставов для работы на лесопильных рамах. Данный алгоритм самостоятельно смоделирован на платформе JavaScript и активно используется в настоящее время в качестве учебного пособия и тренажера для работы студентов СПО по направлению 35.02.03 Технология деревообработки.

Каждое предприятие в условиях рыночной экономики стремится повысить прибыль от реализации своей продукции и снизить затраты, сопровождающие его деятельность. Для этих целей разработано множество методов, принципов и технологий. В данной статье рассмотрено применение различных современных информационных технологий для перевешивания производственного равновесия в пользу производителя. Особенно популярными техническими решениями служат лазерное сканирование, обработка материалов с помощью алгоритмов нейронной сети, симуляция производственного процесса и его автоматизация. Наиболее современные информационные технологии используются в процессах распила лесоматериала для увеличения показателей эффективности, снижения брака продукции, поломок оборудования и человеческого фактора. Самыми популярными информационными технологиями являются системы искусственного интеллекта. Так чаще всего с помощью камер,

датчиков или сканеров формируется массив данных, который обрабатывается нейронной сетью. Помимо этого, производители пиломатериалов стараются снизить издержки за счет защиты оборудования от посторонних предметов и своевременной диагностики, которую предлагают обеспечить металлодетекторы на раме или вибромониторинг. К сожалению, многие описания информационных технологий, используемых в производстве пиломатериалов, довольно скудные и ограничены упоминанием о том, что используется программное обеспечение. Поэтому сложно давать развернутую оценку применению той или иной технологии в производстве продуктов деревообработки. Но даже по имеющейся в открытом доступе информации можно заключить, что использование нейронных сетей, баз данных, систем мониторинга и автоматизации способствуют повышению эффективности использования сырья, увеличению скорости приемки, классификации и обработки лесоматериала, снижению человеческого фактора и минимизации прямого участия сотрудников во всех этапах производства, а также сокращение амортизационных издержек за счет усиленного контроля за оборудованием. Работа является попыткой создать алгоритм контрольно-оценочного средства общей эффективности работы деревоперерабатывающего оборудования для упрощения проведения расчета эффективности предприятия. Целями данного проекта являются:

1) Расчет сбега и его коэффициента — данный расчет помогает определить объем деловой древесины; расчет объемов бревен — применяется для определения более рационального использования сырья;

2) Расчет поставов — осуществляется для определения количества и размеров пиломатериалов; подбор оборудования для линии распиловки вразвал — для более эффективного выхода пиломатериалов;

3) Расчет склада сырья — осуществляется для определения площади необходимой для хранения сырья и используемого оборудования; экономический расчет — производится для определения эффективности предприятия;

4) Создание алгоритма расчета в Java — для упрощения расчетов и планирования производств.

Помимо прочего, даны алгоритм может использоваться качестве обучающего средства для студентов направления 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». При изучении научных статей в области лесозаготовительной промышленности, авторы проекта сделали вывод о не достаточном количестве контрольно-оценочных средств общей эффективности систем лесозаготовительных машин. Это объясняется большим количеством переменных, которые необходимо учесть для получения данных, максимально приближенных к действительности. Развитие деревоперерабатывающего комплекса должно базироваться на наукоемких технологических процессах. В процессе углубленного изучения специальности 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» было решено попытаться создать алгоритм контрольно-оценочного средства общей эффективности работы деревоперерабатывающего оборудования для получения максимальной экономической выгоды. Разрабатываемый алгоритм должен учитывать большое количество факторов, при этом быть максимально простым в применении. Разработка алгоритма проводится на базе программы JavaScript, с целью создания цельной самостоятельной программы по вычислению объемов перерабатываемой древесины и первичному расчету поставов. Помимо этого, авторами учитывается, что наука не стоит на месте, в разработанном алгоритме должна присутствовать возможность редакции с учетом внедрения новых технологий. Был рассмотрен пример уже существующих программ по расчету поставов, с целью оценки их работоспособности и возможности применять их на производстве строительных материалов. Особы интерес представляет в этом отношении программа Pitago. Это программа оптимального раскроя бревен для лесопилок. По заявлению производителя она позволяет без значительных инвестиций на оборудование производитель получает экономию древесины в 10–15 % и ускорение процесса планирования производства в несколько раз.

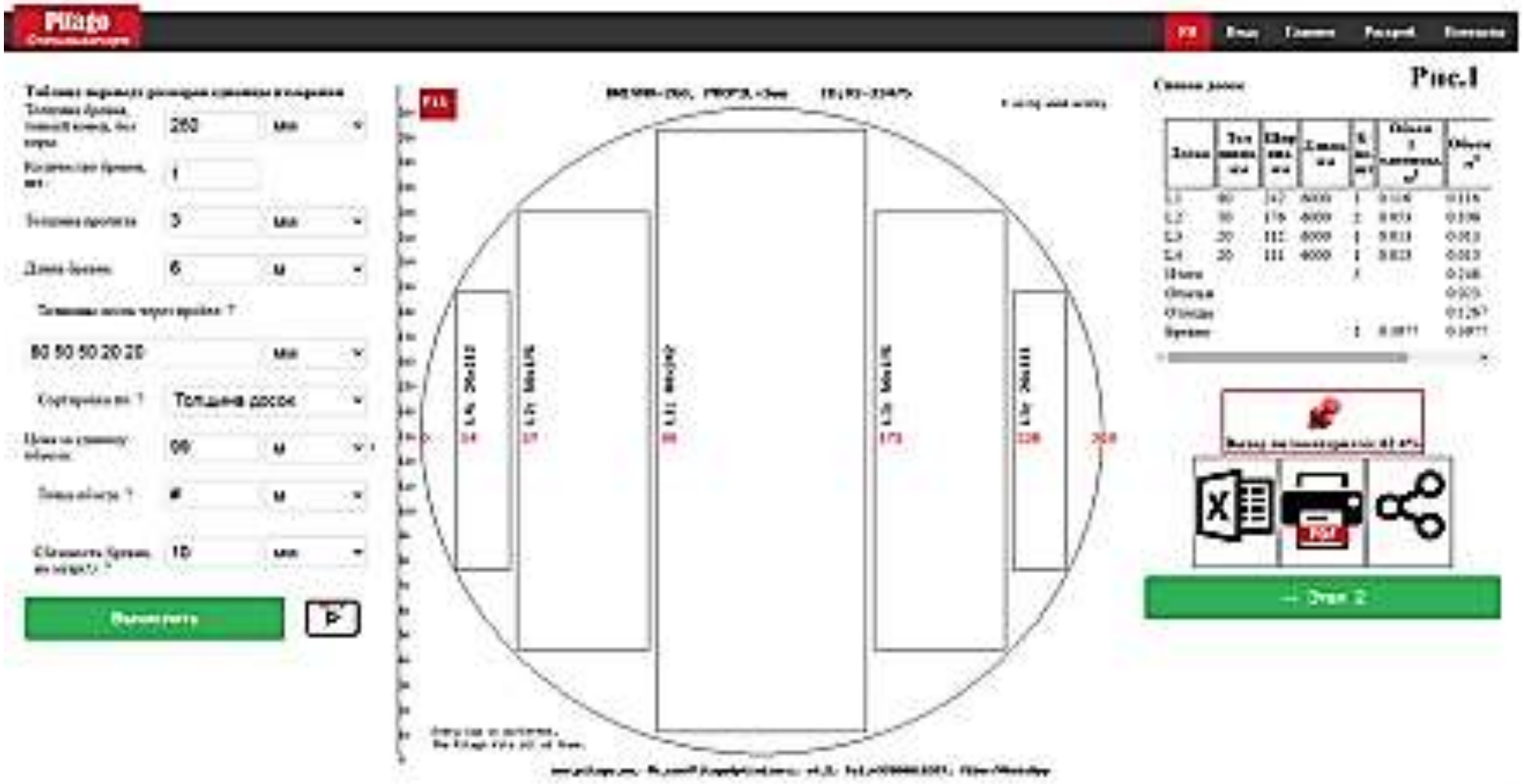


Рисунок 1 - Интерфейс программы Pitago

После работы с данным софтом, было принято решение создать самостоятельно аналог данной программы. Данный алгоритм разрабатывается для первичной оценки эффективности принятой технологии в конкретных условиях. По замыслу авторов, он будет показывать данные, максимально приближенные к действительности, что позволит формировать отчеты для обоснования решений, принимаемых в области деревоперерабатывающих процессов. Помимо прочего, даны алгоритм может использоваться качестве обучающего средства для студентов направления 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». Был выбран алгоритм, состоящий из четырех блоков:

Первый блок. Расчет сбега и коэфициента сбега. Сбег — это характерная особенность формы бревна, которая является уменьшением диаметра от комля к вершине. Средний сбег — это изменение диаметра на единице длины бревна. Он определяется по формуле:

$$C=\frac{D-d}{L}, \text{ см/м} \quad (1)$$

где, C — средний сбег, см/м;

D — диаметр бревна в нижнем торце, см;

d — диаметр бревна в верхнем торце, см;

L — длина бревна.

Коэффициент сбега влияет на объем бревна и на использование древесины при его распиливании. Он вычисляется по формуле:

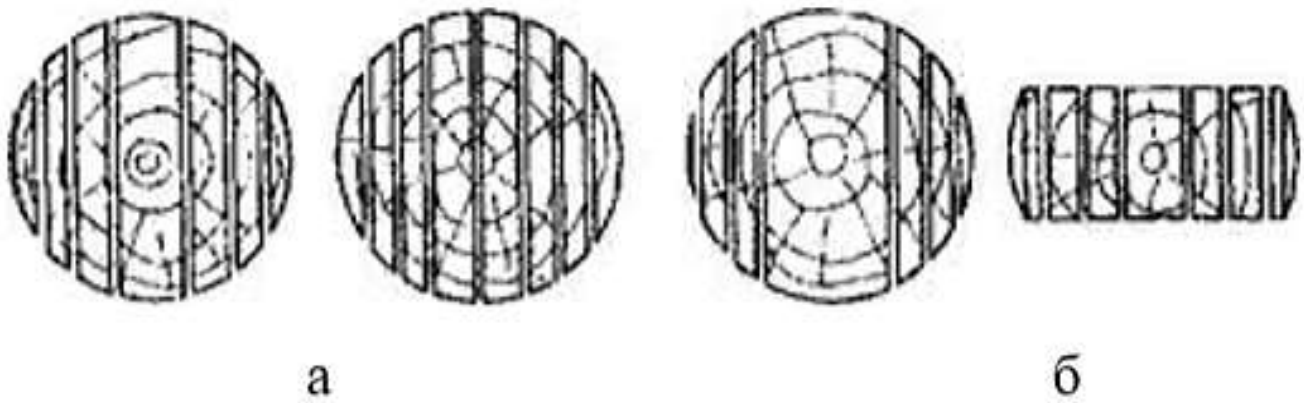
$$K=\frac{D}{d} \quad (2)$$

Второй блок. Расчет объема бревен В зависимости от места вырезки из ствола бревна могут иметь форму, которая напоминает цилиндр, усеченный параболоид вращения, усеченный конус или нейлоид. Наибольшее количество бревен напоминают форму усеченного параболоида (3) вращения или усеченного конуса (4). Объем усеченного параболоида вращения определяют по формуле:

$$V_п=\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{D^2 \cdot d^2}{2}\right) \cdot l, \text{ м}^3 \quad (3)$$

$$V_к = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{D^2 + D \cdot d + d^2}{2}\right) \cdot l, \text{ м}^3 \quad (4)$$

Третий блок. Расчет Поставов Распиловка пиловочника на лесопильных рамах может выполняться двумя способами: развальным (Рисунок 2а) и брусово-развальным (Рисунок 2б).



а б

Рисунок 2 - Поставы

Соответственно, алгоритм должен не только производить вычисления, но и уметь выбирать необходимые значения по графикам и схемам. Попытки представить их в виде таблиц оказались слишком сложными и неэффективными. Поэтому было решено выбрать за основу дугой софт для написания алгоритма. В виду своей простоты и доступности был выбран JavaScript. Более широкие возможности данной программы позволяют не только произвести расчет поставов, но перенести алгоритм на более сложные языки программирования. Теперь появилась возможность выполнить последний блок работы.

Четвертый блок. Расчет объема полученной продукции.

Пилопродукцию производят по спецификациям, составленным с учетом требований их потребителей. По итогу выполнения расчета по четырем блокам, мы имеем на выходе готовый алгоритм расчета объема сырья, расчета поставов вразвал, объема полученной готовой продукции. На основе этих данных, мы можем делать выводы об эффективности расчета поставов нашим алгоритмом. В процессе написания находится алгоритм расчета поставов с брусовкой, в виду его большей сложности. В разработке и способ вывода отчета по работе. Данный алгоритм разрабатывается для оценки эффективности принятой схемы расчета поставов в конкретных условиях. По замыслу авторов, он будет показывать максимально большое количество вариантов раскроя, с целью выбора оптимального, что позволит формировать отчеты для обоснования решений, принимаемых в области деревоперерабатывающих процессов. Этим самым, рассчитывается облегчить труд технологов и других сотрудников, занимающихся данной проблематикой. Такой алгоритм позволит выбирать оптимальный раскрой в конкретных условиях. Главной задачей проведенной работы будет различных вариантов технологических схем раскроя. Главной частью проекта было создание алгоритма расчетов в программном обеспечении JDK. Целью данной разработки является автоматический расчет склада сырья и поставов, выбор оптимального решения, быстрая обработка информации и вывод результатов. Данную разработку можно использовать в учебных целях: для проверки расчетно-технологических частей, дипломного проектирования.

Библиографический список:

1. Уласовец, В. Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учебное пособие / В. Г. Уласовец. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 580 с.
2. Тамби А. А., Артеменков А. М. Технология лесопильного производства. Планирование раскроя сырья и расчет производственной мощности лесопильного цеха: Учебное пособие — Якутск.: ЯГСХА, 2019. — 76 с.
3. Леонович, О. К. Л47 Технология деревообработки: курс лекций для студентов специальности 1–36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1–36 05 01–03 «Машины и оборудование деревообрабатывающей промышленности» / О. К. Леонович. — Минск: БГТУ, 2020. − 470 с.
4. Технология столярных работ, Учебное пособие, Сумцова. Т. К.,2019 г. Деревообработка. Инструменты и оборудование. — М.: НТС «Стройинформ», Феникс, 2018. — 452 с
5. Экономика учеб. Пособие / В. Г. Слагода. — 4-е изд., перераб. И доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРАМ. — 2017–239 с.
6. Анализ финансово-хозяйственной деятельности: учебник / О. В. Губина, В. Е. Губин. — 2-е изд., перераб. И доп. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА — М, 2018–335с.

УДК 625.711.84

Проектирование и возведение лесных дорог

Лодыгина А. С.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Лесная промышленность характерна своим территориальным разбросом между местами заготовки сырья (древесины) и производственными центрами по ее переработке. При таком характере ведения хозяйства наличие и качество маршрутов доставки сырья – ключевое условие эффективности производства. Как и в других отраслях промышленности внутренний качественный показатель любого этапа, будь то сама переработка или же доставка сырья, важнее количественного. Это значит, что тенденция производства должна полагаться на то, каким получится конечный продукт, пусть даже для этого потребуется какое-то время и длительный процесс набора опыта. А вот следующим этапом должно становиться масштабирование этого «качественного подхода» в количественное. При такой системе, на первый взгляд, длительный набор опыта вскоре окупится масштабностью производства без потери качества.

Применительно к строительству лесных дорог масштабность и производственная мощность лесопромышленного комплекса в целом напрямую зависит от качества путей сообщения между центрами «заготовка – производство». Если гипотетически принять, что леса – это хранилище неограниченного количества ресурсов, а мощность производства – абсолютна, то дороги, по которым доставляют эту самую древесину – регулятор всего производства. Ведь именно от них зависит, в какие сроки сырье будет доставлено на производство. Следовательно, качество дорог – важнейший критерий производительности лесной промышленности.

Качество как параметр вполне обоснованный ориентир, не только для дорог, но и для любой сферы жизни человека. Задача в другом - как добиться этого качества и сохранить его в течении длительного времени? Грамотное планирование, высокая квалификация исполнителей и привлечение современных технологий – вот решение.

Организация предстоящих работ – это уже половина успеха. При правильной расстановке производственных мощностей и учете всех параметров и условий работ можно как сократить срок выполнения работ, но также и уменьшить затраты на строительство. Зарекомендовавшим себя принципом можно считать принцип разделения общего фронта работ на малые участки со схожим характером работ, что позволит обеспечить более детальный контроль за строительством, выявления и быстрого предотвращения ошибок.

Следующий критерий – квалификация исполнителей. Продуманный план работ ничто, если его некому воплотить в жизнь. Оптимально подобранный персонал также способен сократить сроки и затраты на строительство. И снова, сокращение сроков должно быть следствием качественного выполнения работ, а не целью.

Новые технологии являются плодами технического прогресса. Их последующая интеграция в сферы производства – то, зачем они вообще существуют. Необходимо более открыто и широко внедрять такие технологии в, как кажется на первый взгляд, маловажные сферы жизни. Закономерно, что в дальнейшем это вызовет кратное повышение эффективности в смежных отраслях.

При прочих равных, хоть мы и приняли леса неиссякаемыми хранилищами ресурсов, но не стоит забывать о гипотетическом сравнении. На деле леса являются хоть и возобновляемыми источниками сырья, но их период возобновления составляет в среднем 50-100 лет в зависимости от типа леса, климата, уровня деградации. Такие длительные сроки самовосстановления диктуют характер лесопользования, ориентированного не только на сохранении и рациональном использовании ресурсов, но также и недопущения сопутствующего ущерба всей экосистеме, баланс которой трудно сохранить. Следовательно, принцип экологического производства является объединяющим критерием строительства, находящимся даже превыше качества готовых дорог.

Отступив от разъяснения основных принципов выполнения работ, можно подробнее разобрать сам процесс строительства лесных дорог, с чего все начинается, какие аспекты затрагиваются, с какими нюансами можно встретиться и как их можно решить.

Как и любая разработка все начинается с подготовительного этапа, призванного как можно лучше подготовить строительный фронт к будущей работе проработать все нюансы будущей делянки. К таким нюансам относится обводненность территории, что в свою очередь подразумевает меры по водоотведению. Характер рельефа также немаловажен, от него отталкиваются в расчетах земляных работ, и как итог количества и состава рабочей техники. Еще один критерий – характер грунтов, определение несущей способности, и в привязке с составом рабочей технике возможная разработка мер по увеличению несущей способности основания (например, использование порубочных остатков для этой цели). План работ включает в себя пути первичной доставки рабочей техники к делянкам (местам рубки древесины), также прорабатываются места стоянки и ремонта техники, места, порядок и объемы срубаемой древесины, места временного складирования древесины, а также предупреждения порчи древесного сырья во время хранения. Как итог, разрабатывается план по транспортировке древесины с делянок на производственные предприятия. Все эти этапы можно объединить одним термином – подготовка полосы отвода.

Расчистку полосы отвода необходимо проводить, руководствуясь принципом рационального использования, произрастающего на ней древостоя. Например, тонкомер, не представляющий коммерческой ценности, заготавливают на дрова вплоть до бревен диаметром 3-4 см. Заготовка ведется главным образом по схеме «валка вперед», при этом порубочные остатки остаются в кучах. На участках со слабыми грунтами деревья валят вершиной на вырубку под углом 90° к направлению движения машины. Поскольку пни будут оставлены на вырубке нетронутыми, стволы стараются спиливать ближе к поверхности земли. Балансовую древесину не очищают от сучьев, а оставляют на участке.

Рисунок 1 – Расчистка полосы отвода харвестером

Руководствуясь принципом экологичности работы, проводится анализ ближних грунтов. Сделано это с целью обеспечения несущей способности будущей дороги, но главное – поиск минеральных грунтов и прокладывание дороги по ним, дабы исключить загрязнение водоемов. Так же для этой цели дорогу прокладывают в обход болот и ручьев.

При условии невозможности строительства дороги вдали от водоемов, а также для защиты самого основания будущей дороги от водной эрозии вдоль дорог устраивают прерывистые канавы длиной до 20 м каждая, с участками нетронутого грунта между ними. По возможности воду можно отводить такими канавами перпендикулярно линии дорожного полотна. Такие отводные канавы устраивают с дренажными ямами на концах (рис. 2) При невозможности перенаправления водного потока, устраивают водопропускные сооружения в виде гофрированных труб под дорожным полотном (рис. 3).

Рисунок 2 – Устройство дренажного стока от дорожного полотна

Рисунок 3– Устройство водопропускного сооружения

В зависимости от характера грунтов слои могут иметь разные свойства. Например, при условии строительства на минеральных грунтах, при наличии большого количества камней, их закапывают в самый низ основания дорожного полотна. При высоте насыпного основания выше 1 м оставленные после валки леса пни можно оставить, в противном случае их, как и камни, закапывают.

При условии строительства дороги на пучинистых грунтах необходимо устраивать теплоизоляцию. Эти меры помогают исключить капиллярный подсос влаги и, как следствие, исключить морозное пучение грунтов.

При строительстве в заболоченных и переувлажненных грунтах дорожное полотно устраивают с использованием сланей – настил из древесины и порубочных остатков (рис. 4). Для предотвращения гниения для сланей необходимо использовать именно свежесрубленную древесину. Слани в таком случае укрывают дерном или тяжелым суглинком, чтобы предотвратить доступ кислорода к древесине.

Рисунок 4 – Конструкция настила (слани)

После устройства полосы отвода закладывается основание (насыпь) для будущей дороги и устраивается дорожная «одежда», включающая в себя три группы слоев: слой изоляции, несущий слой и слой износа (рис. 5). Весь этап подготовки основания дороги выполняется экскаваторами с допустимой массой минимум 20 тонн, и бульдозерами массой от 15 до 25 тонн, с поворотными отвалами. Такая техника доставляется с помощью тягачей на тралах и грузовых платформах. По приезду техника в условиях леса прокладывает путь сама себе и двигается самостоятельно. Работы проводятся с разделением общего фронта на небольшие, по 20-30 метров, участки, называемые захватками. В пределах захватки техника, как правило, двигается вперед. При устройстве основания сразу же определяются места, в которых готовая дорога будет уширяться, чтобы двум встречным транспортам иметь возможность разъехаться. Так же устраиваются разворотные площадки, как правило через каждые 1-2 км дороги. Также эти места планируются с возможностью их использования в качестве складов или же стоянок.

После устройства основания его поверхность планируют. Техника, двигаясь уже в обратном направлении в пределах захватки, выравнивает поверхность и планирует откосы. После, поверхность уплотняется катками в несколько проходок. Далее необходимо обеспечить полное высыхание основания.

После основания на очереди несущий слой. Толщина несущего слоя варьируется в пределах 10–20 см, устраивается из крупнозернистого гравия, каменной крошки или гранитного щебня с размерами фракций 0-55 мм. Несущий слой должен равномерно распределять нагрузку на слой основания.

Рисунок 5– Поперечный профиль дороги

Завершающий, самый верхний слой готовой дороги – слой износа. Его задача – воспринимать нагрузку от двигающегося по нему транспорта. Также этот слой перенаправляет поверхностную воду с дороги, в придорожные канавы. Устраивают такой слой с использованием вяжущих, устойчивых к нагрузкам (гравийные или щебеночные смеси крупностью 0-32 мм.). Важно, чтобы слой износа не содержал в себе частицы крупной фракции, чтобы не повреждать колеса автотранспорта. Слой толщиной 5-10 см отсыпают ровным ковром, профилирование можно выполнять бульдозером или автогрейдером. Слой износа не должен смешиваться с нижними слоями. Готовую поверхность укатывают катком, уплотнение происходит также в результате проходов транспорта. Таким образом достигается прочность поверхности дорожного покрытия.

После устройства верхнего слоя дорогу обустраивают. На дороге устанавливают официально утвержденные дорожные знаки, километровые столбы, в местах высоких насыпей – отбойники. Как итог, дорога полностью готова к эксплуатации.

В заключении можно утверждать, что рассмотренная схема устройства лесных дорог еще может быть улучшена, а процесс строительства – оптимизирован. Данная задача – перспективная веха развития науки и техники. В качестве примера можно отнести использование полимерных плит для сооружения модульных временных лесовозных дорог. Использование таких плит может помочь с решением острого вопроса сезонности лесозаготовки и обеспечить сырьем лесопромышленные предприятия страны.

Библиографический список:

1. Строительство лесных дорог. https://clck.ru/3M4n2j (дата обращения 25.03.2025)
2. Проектирование, строительство и эксплуатация лесных дорог. URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293727/4293727703.pdf (дата обращения 25.03.2025).

УДК 625.711.84

Совершенствование технологий в сфере строительства лесных дорог

Лодыгина А. С.
Начуный руководитель - Бурмистрова О. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Совершенствование техники и технологий в строительстве лесных дорог остановилось еще в 80-ых годах XX века. Лесозаготовительные машины по типу ЛТ-30 и ДМ-12 больше не выпускаются. Нормативные документы бесполезно переиздаются. Например: Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 05.08.2020 №565 «Об утверждении Порядка проектирования, создания, содержания и эксплуатации объектов лесной инфраструктуры», ссылающийся на свод правил «Дороги лесные. Правила

проектирования и строительства» (утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.12.2016 №952/пр.). Последние воспроизводят действующие, ведомственные, лесные строительные нормы ВСН 7–82 (инструкция по проектированию лесохозяйственных автомобильных дорог, утвержденная Государственным комитетом СССР по лесному хозяйству 15 октября 1982 года) и ВСН 01–82 (инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий, утвержденная приказом по Министерству лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР от 10 августа 1982 года №236). Тогда для чего вводить нормы заново, почему же не использовать 40 – летние нормы в нынешнем виде? Ведь в очередной раз получается, что документ не сталкивается с реальностью. Будто за 40 лет не появилось новых строительных материалов и технологий в строительстве.

Сегодняшняя тенденция выполнения земляных работ характеризуется использованием экскаваторов, тогда как пол века назад эта ниша принадлежала бульдозерам. Выполнение работ сменилось с принципа «срезал и толкнул» к «открыл», «спланировал». Техника и технологии производства шагнули вперед, а вот нормативы, хоть и переизданные, все так же запаздывают. Исходя из этого, становится очевидно, что вышеупомянутый Приказ № 565 не сможет в полной мере обеспечить лесопромышленный комплекс новыми дорогами. В нем не учтены характер и методы нового строительства, а также не берется в счет особенность лесного массива, рельеф, подстилающий слой, сезонная и постоянная обводненность. Касательно обводненности и количества поверхностных вод стоит отметить весомое преимущество использования экскаваторов над бульдозерами. А именно, с помощью экскаваторов есть возможность устраивать нагорные канавы с целью отвода поверхностной воды в сторону от дороги, предотвращая водную эрозию основания дорожного полотна. Это уже значительно ускоряет и упрощает не только подготовительный процесс строительства, но и последующую эксплуатацию дороги.

Нормативную базу стоит актуализировать в части методов производства работ. Необходимо рассмотреть разработку функциональных переездов через заболоченные участки (гати), повышение устойчивости дорожного полотна, оптимизацию земляных работ. Немаловажный процесс – депонирование углерода - изъятия углерода из атмосферы, связывание и накопление в иных средах, например, путем захоронения свежесрубленной древесины в грунт. Сюда же можно отнести прекращение использования металлических дорогостоящих труб в пользу пластиковых безнапорных водопропускных труб малого диаметра (100-300 мм.). Это поможет не только сократить статью расходов в проекте, но также и ускорить, и облегчить производство работ.

В действующих правилах и нормативных документах не уделяется должного внимания противопожарному обустройству лесных дорог. Отсутствуют чётко определенные требования к созданию придорожных пожарных водоёмов и подъездов к ним. Новые методы производства работ также смогут решить эти проблемы малыми трудозатратами и в кратчайшие сроки.

Типичная проблема при строительстве, удаленном от основной инфраструктуры промышленных центров – доставка материалов, а именно песчано-гравийных смесей. Логичным решением в таком вопросе может выступить организация «безотходного производства». В качестве основания будущей дороги можно использовать неликвидные сорта древесины, находящиеся на участке строительства. Но тут встает иная проблема – из-за своеобразности строительства и протяженности фронта работ те самые неликвидные сорта древесины просто не смогут покрыть потребность в их использовании. Другой вариант – железобетонные плиты. Проблема – дороговизна самого принципа использования.

В качестве решения данных проблем может выступить использование полимерных дорожных плит. Они уже успели показать себя с лучшей стороны, когда их повсеместно стали использовать при строительстве трубопроводов, в условиях не самых благоприятных. Малогабаритность таких плит способствует использованию их в местах со сложным рельефом, а оптимальная площадь и собственный вес – возможностью использования в качестве основания лишь грунтовую подсыпку. В качестве первоначального шага к использованию таких плит можно считать включение их в госзакупки по решению рабочей встрече Министерства транспорта Российской Федерации в 2016 году.

Совершенствование производства полимерных и композитных дорожных плит открывает перспективы для создания лесных дорог в формате конструктора. Прежде чем начинать производить готовую дорогу необходимо для начала составить схему и 3D-модель будущей территории дорожного полотна. Такую задачу легко поможет решить технология LiDAR (лазерное сканирование). Далее, имея точные данные о рельефе территории можно приступать к воссозданию масштабного конструктора в стенах полимерного завода. Как итог, сборная элементы привозились бы на место строительства и собиралась по кусочкам, в конечном счете становясь полноценным дорогой.

Строительство дорог из сборных полимерных плит может послужить в качестве альтернативы традиционному строительству временных лесовозных. Тем самым отпадет надобность в нерентабельной доставке песчано-гравийных смесей к месту вывоза леса. Данная технология строительства таких мобильных дорог позволит решить проблему сезонности вывозки древесины, обеспечивая доступность к местам валки леса в любое время года с точным соблюдением сроков. В целях снижения затрат на строительство можно увеличить несущую способность плит путем устилания под них низкосортной древесины, которая частично будет воспринимать нагрузку. Плиты же будут скреплять и удерживать бревна в единую конструкцию.

Эксплуатирование сборно-разборных дорог из плит в лесозаготовке приносит дополнительные экономические выгоды и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Во-первых, такие дороги предотвращают замораживание капиталов. В случае традиционных дорог с щебеночным покрытием, после завершения сезона вывозки древесины дорога может простаивать в течение нескольких лет до начала следующего цикла рубки. Сборно-разборные конструкции позволяют убирать дорогу и использовать ее в другом месте, обеспечивая тем самым непрерывное функционирование инвестиций. Во-вторых, сборно-разборные дороги решают проблему сезонности вывозки древесины и связанных с этим финансовых потерь. Скопление заготовленной древесины на верхних складах влечет за собой дополнительные расходы на хранение и увеличивает риск ее порчи. Эксплуатация сборно-разборных дорог позволяет на протяжение года организовать бесперебойную транспортировку древесины, и исключает необходимость создания промежуточных складов. К тому же, применение плит для укрепления волоков минимизирует негативное воздействие на грунт. Эксплуатация тяжелой техники для трелевки сортиментов в летний период приводит к образованию глубоких колеи и повреждению почвы. Сборно-разборные дороги предотвращают это, обеспечивая проезд лесовозов без предварительной трелевки.

Принимая во внимание необходимую плотность дорожной сети 6 км на 1000 га лесной площади, мы имеем дефицит протяженности лесных дорог в 5,5 млн. км. Ежегодное производство 80 млн дорожных плит обеспечит большинство регионов Российской Федерации постоянной сетью лесных дорог требуемой плотности уже через 20 лет. Стоимость одной полимерной плиты 30 000 рублей, это в 4 раза больше отпускной стоимости железобетонной плиты той же площади. При пересчете на 1 км готовой дороги, состоящей в среднем из 90 таких плит, получим стоимость в 2,7 млн. руб., что абсолютно не сможет быть профинансировано лесным комплексом самостоятельно. При такой перспективе субсидирование со стороны государства – ключевое условие успешного решения этого вопроса. В таком случае лесная отрасль станет крупнейшим потребителем полимерной продукции, а будущее огромного рынка потребует от производителей плит разработки специальных типовых линеек плит для лесных дорог. Имея в качестве заказчика государство и взяв на себя инициативу в научно-техническом развитии можно добиться прорывных показателей производительности в мировом масштабе.

Производитель дает гарантию, что покрытие можно использовать не менее 50 раз. С учетом возможности повторного использования таких временных дорог, и при единовременной стоимости в 2,7 млн. рублей на длительной дистанции получаем себестоимость 1 км. такой дороги уже в 54 000 руб. Однако эффективность использования плит должна рассчитываться для грузовых операций (кубокилометры вывозки древесины), а также учитывать загруженность полотна в зависимости от сезонности и единовременного спроса.

Ситуация отсутствия лесных дорог так же усугубляется отсутствием, либо плохим управлением лесными фондами, что также подкрепляется несовершенством законодательства, слабым финансовым и производственным потенциалом и невозможностью привлечения заемных средств. Сырьевой кризис объективно неизбежен. Заготовка леса опережает ее способность к восстановлению. О невозможности решения этой проблемы при существующей модели лесопользования свидетельствуют завершенные приграничные леса. Во-первых, лесосеки, к которым нет подъезда, разбросаны по лесному фонду (нерентабельное строительство дорог). При этом плечо вывозки растет, и приближает момент, когда заготовленная древесина станет недоступной для вывозки (далеко возить не выгодно). Кроме того, заканчиваются свободные средства на лесозаготовки. Помимо отсутствия дорог, в результате пионерного лесопользования на высокобонитетных землях в лучших условиях произрастания остаются малоценные лесные насаждения, а лесозаготовительные фонды экономически недоступны (заготовка не рентабельна).

Как итог, мы имеем не актуализированную базу нормативных документов, не учитывающих некоторые важные условия будущих лесных дорог. Также неспособность лесного сектора к самообеспечению и неудовлетворительное ведение хозяйства еще более усугубляют и так острую проблему закономерности «спрос – предложение» когда древесина есть, а вывозить дорого, которое может быть решено в объективно краткие сроки.

Отсюда решение – наращивание потенциала использования полимерных конструкция, что в свою очередь положительно скажется не только на самой лесной промышленности, но также и на зависящие от нее социальные сферы, в части привлечения новых кадров, а также может в некоторой степени помочь в решении более масштабной проблемы страны – дороги в целом. Новые методы строительства в узкой специализации, такой как лесная промышленность могут расширить горизонты решения вопроса отсутствия, либо недостаточного содержания дорог в регионах, подсказать новые методы и способы.

Немаловажное условие, чтобы вышеупомянутая «машина» прогресса запустилась и начала свое движение – участие государства на правах «ведущего эшелона» в части субсидирования, льгот, научно-технической интеграции в отрасль лесной промышленности. При соблюдении всех критериев лесная промышленность имеет возможность увеличить свою важность и востребованность не только в отдельных регионах, но и в Российской Федерации в целом.

Библиографический список:

1. Леспром ИНФОРМ. Журнал профессионалов ЛПК. https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6334
2. https://forestcomplex.ru/wood-based/polimernye-plity-dlya-stroitelstva-dorog/

УДК 625.7/.8

Современные технологии укладки дорожного покрытия

Капустин А. А.
Научный руководитель - Бурмистрова О. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В современном мире дорожное покрытие играет ключевую роль в обеспечении безопасного и комфортного передвижения людей и грузов. С увеличением объемов транспортных потоков и требованиями к качеству дорожной инфраструктуры, актуальность исследования технологий укладки дорожного покрытия становится все более значимой. Объектом данного исследования являются технологии укладки дорожного покрытия, а предметом – современные методы и материалы, используемые в этом процессе.

Актуальность темы обусловлена тем, что многие существующие методы укладки дорожного покрытия устарели и не соответствуют современным требованиям по долговечности, экономичности и экологичности. Неэффективное использование традиционных технологий приводит к частым ремонту и восстановлению дорожного покрытия, что в свою очередь увеличивает затраты и негативно сказывается на транспортной доступности. В условиях постоянного роста городов и увеличения транспортных потоков, необходимость в инновационных подходах к укладке дорожного покрытия становится неоспоримой.

Выделим 3 наиболее популярных современных методов укладки покрытия:

1) Холодное асфальтобетонное покрытие представляет собой инновационный материал, который находит все более широкое применение в строительстве и ремонте дорожного покрытия. Этот вид асфальтобетона отличается от традиционного горячего асфальта тем, что его укладка не требует предварительного разогрева, что значительно упрощает процесс и снижает затраты на его применение.

Одним из основных преимуществ холодного асфальтобетонного покрытия является его высокая удобство в использовании. Благодаря тому, что материал можно укладывать при температуре окружающей среды, он идеально подходит для работы в условиях, когда использование горячего асфальта невозможно или затруднено. Это делает холодное асфальтобетонное покрытие особенно актуальным для ремонта дорог в холодное время года или в условиях ограниченного доступа к горячим асфальтовым установкам.

Состав холодного асфальтобетона включает в себя битум, минеральные агрегаты и специальные добавки, которые обеспечивают его прочность и долговечность. Использование современных полимерных модификаторов позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики материала, такие как водоотталкивающие свойства, устойчивость к воздействию низких температур и механическим повреждениям. Это делает холодное асфальтобетонное покрытие не только эффективным, но и экономически выгодным решением для многих дорожных проектов.

2) Теплый асфальтобетон — это инновационный материал, который становится все более популярным в дорожном строительстве благодаря своим уникальным свойствам и преимуществам. В отличие от традиционного горячего асфальтобетона, который требует высокой температуры для укладки, теплый асфальтобетон укладывается при значительно более низких температурах, что делает его более экономичным и экологически чистым вариантом.

Одним из основных преимуществ теплого асфальтобетона является снижение температуры укладки. Это позволяет уменьшить потребление энергии, необходимой для нагрева материала, что, в свою очередь, снижает выбросы углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу. Таким образом, использование теплого асфальтобетона способствует более устойчивому развитию и охране окружающей среды. Кроме того, благодаря более низким температурам укладки, теплый асфальтобетон менее подвержен термическим деформациям, что позволяет достичь более высокой прочности и долговечности покрытия. Теплый асфальтобетон также обладает отличной адгезией к основанию и другим слоям покрытия, что обеспечивает надежное сцепление и предотвращает образование трещин и выбоин. Это особенно важно для участков дорог с интенсивным движением, где нагрузка на покрытие значительно возрастает. Устойчивость к образованию трещин и деформациям делает теплый асфальтобетон идеальным выбором для ремонта существующих дорог, а также для укладки новых участков.

Еще одним значительным преимуществом теплого асфальтобетона является его возможность укладки в более широком диапазоне климатических условий. Традиционные горячие асфальтобетонные смеси могут терять свои свойства при низких температурах, что ограничивает их применение в холодное время года. Теплый асфальтобетон, благодаря своей формуле, может быть успешно использован даже при низких температурах, что позволяет дорожным службам проводить ремонтные работы в любое время года, минимизируя время простоя и неудобства для водителей.

3) Метод укладки с применением рециклированных материалов. Одним из наиболее распространенных методов укладки с использованием рециклированных материалов является технология переработки асфальтобетонных смесей. Этот процесс включает в себя сбор старого асфальтового покрытия, его переработку и повторное использование в новых асфальтобетонных смесях. Переработанный асфальт может быть использован в различных пропорциях, что позволяет снизить затраты на материалы и уменьшить количество отходов, отправляемых на свалки. Кроме того, использование переработанного асфальта способствует снижению потребления природных ресурсов, таких как битум и щебень.

Для успешной укладки с применением рециклированных материалов необходимо учитывать несколько ключевых факторов. Во-первых, важно правильно оценить качество переработанного материала. Это включает в себя анализ его физико-механических свойств,

таких как прочность, водопоглощение и устойчивость к деформациям. Использование низкокачественного рециклированного материала может привести к снижению долговечности и прочности дорожного покрытия, что в конечном итоге увеличит затраты на его обслуживание.

Во-вторых, технологии укладки с использованием рециклированных материалов требуют строгого соблюдения рекомендаций производителей. Это касается как процесса смешивания компонентов, так и температурного режима укладки. Например, переработанный асфальт может требовать более высоких температур для достижения оптимальной вязкости, что необходимо учитывать при планировании работ. Неправильная укладка может привести к образованию трещин, деформаций и других дефектов, что снизит срок службы покрытия. В заключение, методы укладки с применением рециклированных материалов представляют собой перспективное направление в дорожном строительстве. Они позволяют не только сократить затраты и улучшить качество дорожных покрытий, но и способствуют сохранению окружающей среды. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать все аспекты технологии укладки, включая качество материалов, соблюдение рекомендаций и использование современного оборудования. Таким образом, рециклированные материалы могут стать важным элементом устойчивого развития дорожной отрасли, обеспечивая надежность и долговечность дорожного покрытия.

Сравнительный анализ современных технологий укладки дорожного покрытия с традиционными методами позволяет выявить как преимущества, так и недостатки различных подходов. Традиционные методы укладки, такие как использование обычных асфальтовых смесей, долгое время оставались стандартом в дорожном строительстве. Однако с развитием технологий и увеличением требований к качеству и долговечности дорожных покрытий, необходимость в более эффективных и экологически безопасных решениях становится все более актуальной.

Одним из основных преимуществ традиционных методов является их проверенность временем. Технологии, использующие стандартные асфальтовые смеси, имеют хорошо изученные характеристики и стабильные эксплуатационные показатели. Они просты в применении и не требуют сложного оборудования, что делает их доступными для большинства подрядчиков. Однако, несмотря на эти плюсы, традиционные методы имеют ряд недостатков, таких как высокая подверженность воздействию внешней среды, что может привести к быстрому износу покрытия и необходимости частого ремонта.

Современные технологии, такие как укладка асфальтовых смесей с резиновыми добавками, предлагают ряд значительных преимуществ. Во-первых, такие смеси обладают повышенной устойчивостью к деформациям и трещинообразованию, что существенно увеличивает срок службы дорожного покрытия. Резиновые добавки улучшают эластичность асфальта, что позволяет ему лучше адаптироваться к изменениям температуры и нагрузкам от транспортных средств. Это особенно важно в условиях, где климатические условия могут значительно варьироваться.

Кроме того, современные технологии укладки способствуют улучшению экологической ситуации. Использование переработанных шин в качестве добавок в асфальт позволяет сократить объемы отходов и снизить негативное воздействие на окружающую среду. В условиях современного мира, где устойчивое развитие становится приоритетом, такие решения становятся все более востребованными. Традиционные методы, как правило, не учитывают экологические аспекты, что делает их менее привлекательными в свете современных требований.

Еще одним важным аспектом является шумовое загрязнение. Асфальт с резиновыми добавками способен поглощать звуковые волны, что приводит к снижению уровня шума на дорогах. Это особенно актуально в городских условиях, где уровень шума от автомобильного движения может негативно сказываться на здоровье жителей. Традиционные асфальтовые покрытия, как правило, не обладают такими свойствами, что делает их менее эффективными в контексте повышения качества жизни в городах. Традиционные асфальтовые смеси часто не обеспечивают необходимую прочность и долговечность, что приводит к быстрому износу и необходимости частого ремонта. В отличие от них, асфальтобетоны с высокой плотностью демонстрируют значительно лучшие эксплуатационные характеристики, что делает их более предпочтительными для использования в современных дорожных конструкциях. Сравнительный анализ подтверждает, что внедрение таких технологий является важным шагом к созданию более надежной и устойчивой дорожной сети.

В заключение, сравнительный анализ традиционных и современных методов укладки дорожного покрытия показывает, что последние предлагают более эффективные и экологически безопасные решения. Хотя традиционные методы имеют свои преимущества, современные технологии, такие как использование резиновых добавок, открывают новые горизонты для улучшения качества дорожной инфраструктуры. С учетом всех факторов, можно с уверенностью сказать, что переход к современным методам укладки является необходимым шагом для создания более надежной и устойчивой дорожной сети.

В последние годы наблюдается активное внедрение современных технологий укладки дорожного покрытия в различных регионах, что позволяет значительно улучшить качество дорожной инфраструктуры. Примеры успешной реализации таких технологий можно найти как в России, так и за рубежом, и они демонстрируют, как инновационные подходы могут привести к положительным результатам.

Одним из ярких примеров является проект по укладке полимерно-модифицированного асфальта в Санкт-Петербурге. В рамках этого проекта были использованы новые технологии, позволяющие повысить устойчивость покрытия к нагрузкам и агрессивным воздействиям окружающей среды. Результаты показали, что дороги, уложенные с использованием полимерных добавок, демонстрируют значительно меньшую подверженность образованию трещин и деформаций, что значительно продлевает срок службы покрытия. Это также позволило сократить затраты на ремонт и обслуживание, что является важным фактором для городского бюджета.

В Москве также активно применяются современные технологии укладки. В частности, в рамках программы по благоустройству городской инфраструктуры был реализован проект по укладке дорожного покрытия с использованием резиноасфальтобетона. Этот материал, созданный на основе переработанных шин, не только улучшает характеристики дорожного покрытия, но и способствует решению экологических проблем. Успешная реализация этого проекта позволила не только улучшить качество дорог, но и снизить уровень шума, что является важным аспектом для жителей мегаполиса.

В результате установлено, что многие устаревшие методы укладки дорожного покрытия не только не соответствуют современным требованиям, но и приводят к значительным экономическим потерям. Это связано с низкой эффективностью, высокой затратностью и недолговечностью таких решений. В то же время, современные технологии, такие как использование полимерных добавок, переработанных материалов и инновационных асфальтовых смесей, демонстрируют высокие показатели прочности, устойчивости к воздействию внешней среды и долговечности. Эти материалы не только улучшают качество дорожного покрытия, но и способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Библиографический список:

1. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника. Том 1. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Москва, 2004 [электронный ресурс] // Studmed. https://www.studmed.ru/spravochnaya-enciklopediya-dorozhnika-tom-i stroitelstvo-i-rekonstrukciya-avtomobilnyh-dorog-pod-red-vasileva ap_dab747c675d.html (дата обращения 15.03.2025 г.).
2. Ерофеев В.Т. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность) / В.Т. Ерофеев, Ю.М. Баженов, Ю.И. Калгин — Саранск: изд-во Мордов. ун-та, 2009;
3. Калгин Ю.И. Разработка и исследование литого асфальтобетона на битумно-каучуковом вяжущем / Ю.И.Калгин, В.Т.Ерофеев // Строительные материалы. — 2007. — № 1.

СЕКЦИЯ 14. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 658.382.3:622.69

Безопасность транспортировки углеводородов по морю и суше

Попова Р. И.
Научный руководитель – Соходон Г. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Вопрос обеспечения экологической и промышленной безопасности при транспортировке углеводородов всегда оставался крайне важным. Аварийные ситуации наносят значительный материальный ущерб транспортным компаниям из-за потерь перекачиваемого продукта, расходов на ликвидацию аварий, штрафов, а также приводят к загрязнению окружающей среды и создают риски возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций экологического характера. В связи с этим поиск наиболее эффективных и безопасных способов доставки углеводородов до производственных объектов и конечных потребителей без негативных последствий является одной из ключевых задач.

Углеводороды представляют собой обширную группу материалов, включая сырую нефть и продукты её переработки. В их число входят множество видов топлива, включая бензин, дизельное топливо, масла, а также твердые продукты, например, битум и парафин. Одна из ключевых сложностей в процессе доставки нефтепродуктов связаны с тем, что их характеризуют как грузы повышенной опасности. Практически все углеводороды соответствует третьему классу опасности по европейской классификации ADR (ДОПОГ), который включает легковоспламеняющиеся жидкости и их смеси с температурой вспышки не больше +61 °С.

В настоящее время для транспортировки углеводородов в основном используется железнодорожный, водный, автомобильный и трубопроводный транспорт. Транспортировка строго регулируется рядом нормативно-технической документации в России и на международном уровне, включающей технические регламенты Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС 049/2020, ТР ЕАЭС 045/2017), ГОСТы (1510-2022, 34182-2017, 19433-88), ДОПОГ и т.д.

Особенности перевозимого груза, маршрут, объёмы и назначение являются главными критериями при выборе типа транспорта.

Автомобильную транспортировку применяют при перевозке небольших объёмов нефтепродуктов на небольшие расстояния. Важнейшее достоинство способа – возможность доставки груза в любой населенный пункт. Автоперевозки осуществляются бестарным и тарным методом, то есть с помощью специальных ёмкостей объёмом до 60 литров [1]. В первом случае применяются универсальные или специализированные автоцистерны, в том числе: бензовоз, битумовоз, газовоз. Цистерны имеют определенную форму (цилиндрическая, овальная или «чемоданного типа»), изготовлены из достаточно толстых стальных листов, окрашены в цвета, соответствующие для данного вида груза, и оснащены специальными устройствами для контроля, погрузки и слива топлива. Более подробно конструкция цистерны представлена на рисунке 1.

Так как транспортировка нефтепродуктов в этом случае осуществляется по дорогам общего пользования, то она должна соответствовать целому ряду правил и требований, направленных на обеспечение безопасности [2].

Перевозки углеводородов автотранспортом осуществляются в соответствии с Федеральным законом № 259-ФЗ «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта») и Европейским соглашением о международной дорожной перевозке опасных грузов.

Железнодорожная транспортировка углеводородной продукции гарантирует безопасность и широкую географию, что позволяет при этом сократить расходы на доставку крупных партий. Основное преимущество применения железнодорожного транспорта – всесезонность, транспортировка может быть выполнена своевременно при любых климатических условиях, в любое время года.

Рисунок 1 – Конструкция полуприцепа-цистерны для ГСМ марки УЗСТ

Перевозить продукты переработки нефти можно только в специальных вагонах-цистернах, прошедших соответствующую сертификацию. Емкость таких тар от 50 до 120 тонн. Производятся они из листовой стали толщиной от 8 мм. Отличаются цистерны между собой по следующим критериям: габариты, вместительность, оснащение, грузоподъемность, наличие дополнительного оборудования и марка стали, используемая в производстве.

Любой тип цистерн для доставки нефти должен соответствовать требованиям и станлартам безопасности. Они должны отличаться высокой прочностью, паростойкостью, бензостойкостью, устойчивостью к воздействию различных химикатов, к образованию электростатических разрядов. Цистерны обязательно оснащается инструментами для загрузки и выгрузки нефтепродуктов. Загрузка выполняется через верхние специальные наливные отверстия, а выгрузка – через люки, расположенные в нижней части вагона. Помимо всего перечисленного на каждой емкости необходимо предусмотреть спецплощадку для осмотра, внешние и внутренние лестницы, сливные приборы. Железнодорожные вагоны-цистерны для перевозки сжиженных углеводородных газов должны оснащаться надежными запорными устройствами, приборами контроля за состоянием груза внутри емкости, в особенности давления [3].

На котлах цистерн для опасных грузов располагаются знаки опасности по ГОСТ 19433-88, которые находятся в правой нижней части котла с обеих сторон между днищем и хомутом. На знак опасности наносят класс опасности груза, серийный номер ООН и номер аварийной карточки. Вариант расположения знаков изображён на рисунке 2.

Рисунок 2 – Знаки опасности на вагоне-цистерне

Перевозки углеводородов железнодорожным транспортом регулируются техническим регламентов Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011), соглашением ДОПОГ, ГОСТом 19433-88 и т.д.

В настоящее время на территории России самым широко используемым видом перевозки является трубопроводный. Это экономически выгодный вариант при перемещении больших объёмов углеводородов. В России проложено более 200 тысяч километров трубопроводов, при этом большинство нефтепроводов имеют диаметр до 1220 мм, газопроводов – до 1420 мм. В общей сложности эксплуатируется свыше 1 миллиона километров различных трубопроводов: промысловых, магистральных и распределительных трубопроводов [5].

К преимуществам трубопроводного вида транспорта относятся круглогодичная эксплуатация, полная независимость от погодных условий, возможность непрерывной доставки грузов и минимальные потери в процессе транспортировки.

Трубы для транспортировки нефти и газа изготавливаются из высококачественной углеродистой или легированной стали, что обеспечивает их прочность, коррозионную стойкость, долговечность в сложных условиях эксплуатации. Толщина стенок труб варьируется от 8 до 50 мм, что позволяет им выдерживать высокое давление.

На всех предприятиях, занимающихся транспортировкой углеводородов, действуют строгие нормативные документы, соблюдение которых является обязательным для минимизации рисков аварий и обеспечения безопасности. Безопасность транспортировки углеводородов по трубопроводам обеспечивается соблюдением технического регламента Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС) 049/2020 «О требованиях к магистральным трубопроводам для транспортирования жидких и газообразных углеводородов», приказа Ростехнадзора от 15.12.2020 г. N 536, ГОСТа Р 55435-2013.

Важной частью мировой системы транспортировки углеводородов стали морские перевозки. Этот способ значительно дороже, чем, например, использование трубопроводов, но он обладает рядом преимуществ: перевозка судами позволяет доставлять ресурсы в географически удалённые регионы мира. Грузоподъёмность танкеров может достигать 320 тысяч тонн, средняя грузоподъёмность составляет 25 - 45 тысяч тонн.

Для доставки нефти и ее продуктов переработки используются специальные суда – танкеры. В зависимости от перевозимого груза они делятся на нефтяные, танкеры для нефтепродуктов, танкеры-газовозы и специального назначения.

Танкеры имеют специальные ёмкости – танки (рис. 3). Они предназначены для безопасного хранения и транспортировки углеводородов. Обычно танки изготавливаются из высококачественной стали, устойчивой к коррозии и воздействию химических веществ. В танках установлены системы мониторинга, отслеживающие уровень жидкости, давление, температуру, также имеются системы для очистки от остатков нефти перед выгрузкой, что минимизирует загрязнение окружающей среды. Сами танкеры имеют двойные корпуса. Это обеспечивает дополнительную защиту от разливов при повреждении корпуса [4].

Транспортировка нефти морским путём сопряжена с серьёзными рисками, включая:

- загрязнение водных пространств из-за разливов или аварий;
- угрозу взрывов или пожаров на судне или в порту во время погрузочных операций;
- финансовые убытки, вызванные пиратскими нападениями или задержками доставки из-за технических неполадок судна.

Поэтому требования к судам, способам и организации перевозки определены на международном и национальном уровнях в следующих основополагающих документах: Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года, Международным кодексом морской перевозки опасных грузов, специальными правилами перевозки наливных грузов на судах министерства морского флота (РД 31.11.81.36-81); Кодексом торгового мореплавания Российской Федерации № 81-ФЗ от 30.04.1999 г.; локальные Правила и Инструкции, которыми пользуются сотрудники транспортно-экспедиционных компаний, занимающихся морскими грузоперевозками, и сотрудники нефтеналивных терминалов портов, и экипажи судов.

Указанные документы устанавливают эксплуатационные требования, организационные и технические мероприятия по предотвращению загрязнения морской среды с судов.

Подводя итоги, можно сказать, что безопасность транспортировки углеводородов по морю и суше является критически важным аспектом энергетической инфраструктуры. Экономическая эффективность транспортировки должна сочетаться с принципами устойчивого развития, что обеспечивает баланс между потребностями энергетической отрасли и сохранением экологического равновесия. Для обеспечения безопасности транспортировки углеводородов необходимо продолжать развивать и внедрять инновационные технологии и системы управления, повышать уровень подготовки персонала и усиливать международное сотрудничество в области предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций.

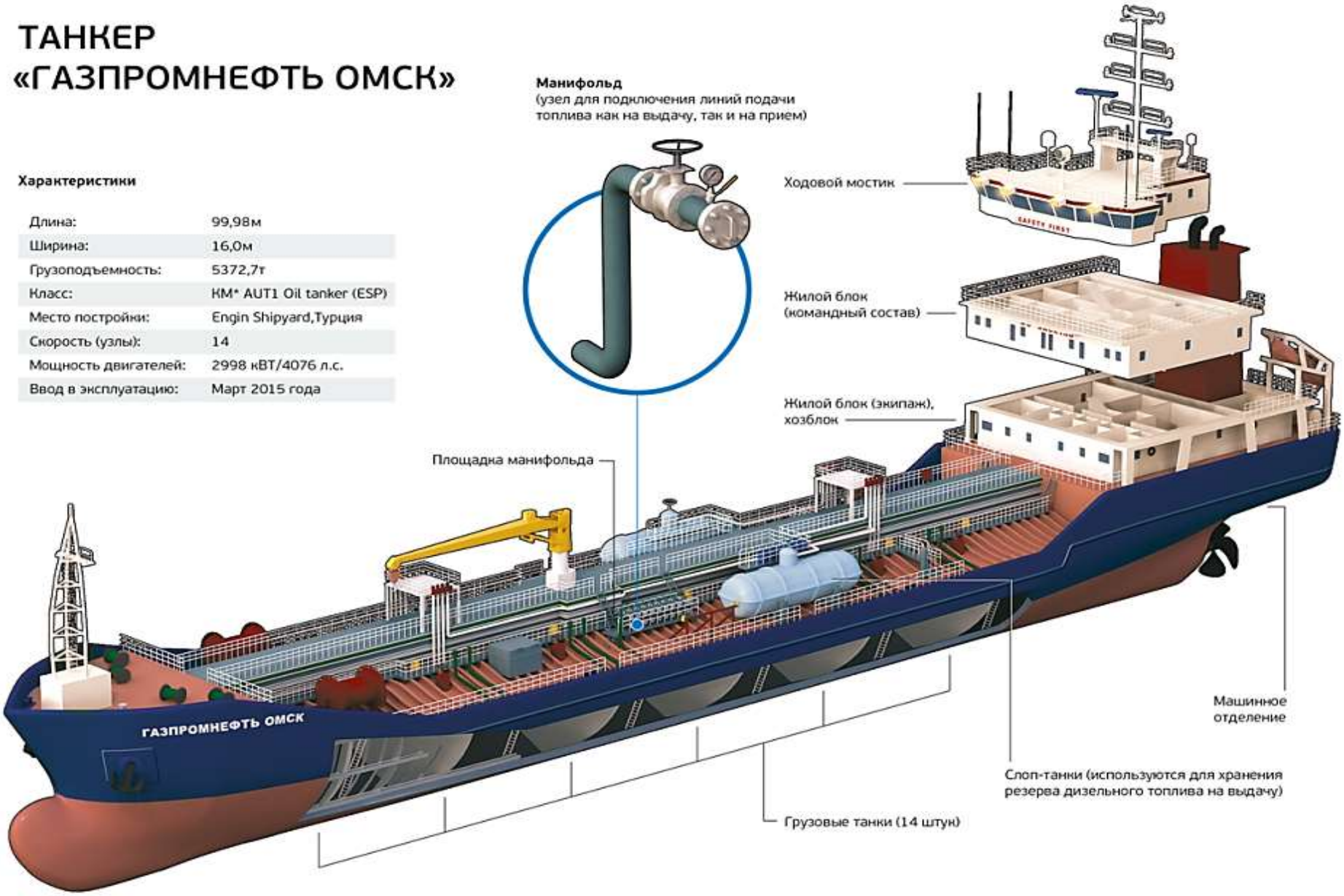


Рисунок 3 – Схема танкера «Газпром Омск»

Библиографический список:
1. Правила перевозки ГСМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://gruzovich-kof.ru, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.03.2025).
2. Правила перевозки нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://itakatrans.ru, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 25.02.2025).
3. Железнодорожные перевозки сжиженных газов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://itakatrans.ru , свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 11.03.2025).
4. Морские перевозки нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://novelco.ru, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 25.02.2025).
5. Трубопроводный транспорт – качество жизни и проблемы безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ql-journal.ru , свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 12.03.2025).

УДК 658.382.3:629.563.2

Особенности организации спасательных работ при авариях на морских буровых платформах

Чернышов И. Н.
Научный руководитель – Соходон Г. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аварии на морских буровых платформах представляют собой серьезную угрозу не только для работников, находящихся на этих объектах, но и для окружающей среды и морской экосистемы в целом [1]. В последние годы наблюдается рост числа таких аварий, что делает организацию эффективных спасательных работ важным аспектом в сфере безопасности на континентальном шельфе и глубоком море.

Рассмотрим примеры одних из самых известных трагедий, когда-либо случавшихся на буровых платформах. Трагедия на «Кольской» буровой платформе в Охотском море унесла жизни 67 человек. Инцидент произошёл в результате буксировки нефтяной платформы «Нефтегаз 55». Буксировка проводилась во время шторма, а также буксир не был предназначен на такой вес. Взрыв на «Deepwater Horizon» привёл к 11 погибшим. Для достижения быстрых результатов, в бурении скважины был нарушен технологический регламент, что привело к взрыву буровой платформы. Это один из тех несчастных случаев, которые можно было полностью предотвратить. Ещё одним примером трагических последствий является авария на платформе Piper Alpha в Северном море в 1988 году. Серия взрывов, вызванных утечкой газа, привела к гибели 167 человек. Расследование показало, что причиной стала комбинация факторов, включая недостатки в системе управления безопасностью и ошибки персонала. Авария на платформе Alexander L. Kielland в 1980 году, когда платформа перевернулась в Северном море, унесла жизни 123 человек. Причиной трагедии стала усталость металла в одной из опор платформы, что привело к её обрушению.

Все эти трагедии подчеркивают важность строгого соблюдения правил безопасности, технического обслуживания и обучения персонала на буровых платформах. Цена пренебрежения этими аспектами – человеческие жизни и огромный ущерб для окружающей среды. Необходимо извлекать уроки из прошлых ошибок, чтобы предотвратить повторение подобных катастроф в будущем.

Целью данной статьи является изучение материала из открытых источников по заданной теме и рассмотрение особенностей организации спасательных работ на морских буровых платформах.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с действующей документацией, которая описывает систему и нормы по организации спасательных работ при авариях на морских платформах;
- рассмотреть требования по безопасности на буровых платформах;
- изучить особенности проведения спасательных работ на морских буровых платформах.

Организация спасательных работ при авариях на морских платформах регулируется различными документами и стандартами. В работе представлен перечень основных нормативных документов, в которых рассмотрены аспекты безопасности, спасательных операций и аварийного реагирования на морские объекты:

Международные конвенции:

- Конвенция о поиске и спасении на море (SAR Convention);
- Конвенция о предотвращении загрязнения с судов (MARPOL);
- Конвенция о безопасности контейнерных перевозок (SOLAS).

Рекомендации и стандарты Международной морской организации (IMO):

- Кодекс управления по безопасности и охране труда на морских платформах (OCIMF);
- Руководства по спасательным операциям и ликвидации последствий (например, MSC/Circ. 1324).

Национальные стандарты:

- Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе»;
- Морская доктрина Российской Федерации;
- РД 31.81.10-91. «Правила техники безопасности на судах морского флота».

Основные компоненты нефтяной платформы:

- корпус (понтон с палубой);
- якорная система; палуба;
- буровая вышка.

К основным видам морских буровых платформ относят:

- СПБУ (самоподъемная буровая установка);
- ППБУ (полупогружная буровая установка);
- МСП (морская стационарная платформа);
- МЛСП (морская ледостойкая стационарная платформа).

Одной из главных проблем, которая возникает при ЧП на морской нефтяной платформе, является ограниченное пространство [2]. В случае аварии на суше, сотрудники буровой бригады могут убежать и спрятаться в безопасном месте, в то время как на морской платформе у них нет возможности бежать из-за ограниченных размеров установки [3]. Поэтому все морские буровые платформы оборудованы аварийно-спасательным имуществом (рис. 2).

Команду о начале эвакуации с платформы дает начальник. По получении этой команды, в соответствии с установленным расписанием «шлюпочной тревоги», будут оповещены дежурные спасательные суда и вертолеты, а также применяются другие средства спасения в соответствии с альтернативными планами [4]. При необходимости будет отправлен международный сигнал бедствия. Для примера представлены примеры спасательных средств (рис. 1).

Эвакуация персонала осуществляется по специально обозначенным маршрутам через выходы для эвакуации. Для временных убежищ предусмотрено использование электрического отопления, питаемого от аварийных источников энергии. Характеристики временных убежищ определяются на этапе проектирования.

В расписании по тревогам для каждого конкретного способа эвакуации определены обязанности персонала, включая: подготовку и спуск коллективных средств спасения; обеспечение готовности эвакуационных систем для перехода сотрудников на морские суда и/или коллективные средства спасения; посадку персонала в коллективные средства спасения; сохранение эксплуатационных документов и ценностей, согласно установленному списку, который предоставляется эксплуатирующей организацией; управление коллективными средствами спасения в море и организация связи между ними, другими судами, береговыми службами, а также с самолетами и вертолетами, предназначенными для эвакуации персонала.

Рисунок 1 – Примеры спасательных средств

Рисунок 2 – Примеры аварийно-спасательного имущества

При планировании эвакуации с нефтяной платформы, спасательные суда должны быть размещены на расстоянии не более 5 морских миль от платформы. Это обеспечивает возможность оперативного подхода к платформе и предоставления помощи людям, находящимся на ней, в соответствии с планом эвакуации. Процесс эвакуации считается завершенным, когда персонал достигает места, где им обеспечена такая же степень безопасности, как на платформе до аварии, и где имеется необходимое медицинское оборудование.

В случае неизбежной опасности гибели для платформы начальник, приняв все меры безопасности для персонала, может разрешить его покинуть объект. Решение об оставлении платформы принимается на основе отчетов помощников, механиков, радистов, врачей и другого персонала о текущем состоянии платформы, повреждениях, уровне воды внутри корпуса, пожаре и других обстоятельствах. Когда фиксируются необходимые доказательства, начальник устанавливает окончательность оставления платформы без возможности возвращения в будущем.

Отличие между процессами эвакуации и оставления платформы заключается в том, что при эвакуации сохраняется намерение вернуться на платформу в будущем, в то время как при оставлении данное намерение отсутствует.

Главная особенность построения систем эвакуации в случае ЧС на морских буровых платформах – ограниченность места, поэтому средства защиты и оборудование имеют компактный вид. Так же можно отметить особую подготовку работников платформы – в случае ЧС каждый имеет свою роль и вклад для успешного проведения эвакуации или оставления нефтяной платформы.

Исследование особенностей организации спасательных работ при авариях на морских буровых платформах имеет большое значение для повышения уровня безопасности в данной сфере [5]. Эффективное планирование и реализация мероприятий по спасению и ликвидации последствий аварий помогут сохранить жизни людей, предотвратить экологические катастрофы и минимизировать экономические потери.

Библиографический список:

1. Аварии на морских буровых платформах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://oilgazfontan.livejournal.com/39134.html, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.03.2025).
2. Эвакуация с спасение персонала морских платформ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293733/4293733462.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.03.2025).
3. Как работает система спасения с буровых платформ в море [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://pikabu.ru/story/kak_tt_sistema_s_burovyikh_platform_v_more_666436, свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.03.2025).
4. Спасательные шлюпки на нефтяных платформах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://1news.az/authors/editorial/20151209122900368.html , свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.03.2025).
5. Морские буровые платформы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://fishki.net/1473977-morskie-burovye-platformy---chudesa-inzhenernoj-mysli.html , свободный. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 01.03.2025).

УДК 004.9

Разработка мобильного приложения по фиксации аварийных инцидентов на опасных объектах

Юрков А. Е, Бабушкин П. П.
Научный руководитель – Шилова С. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. Данная статья посвящена разработке мобильного приложения по фиксации аварийных инцидентов на опасных промышленных объектах, в частности, на объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК). В представленной работе обосновывается актуальность разработки данного программного обеспечения, описывается текущий процесс обнаружения и расследования инцидентов, а также функционал, который будет реализован приложении. Помимо сказанного, в работе рассматриваются аналоги системы и обосновывается выбор собственного решения.

Annotation. This article is devoted to the development of a mobile application for recording emergency incidents at hazardous industrial facilities, in particular, at facilities of the fuel and energy complex (fuel and energy complex). The presented paper substantiates the relevance of the development of this software, describes the current process of detecting and investigating incidents, as well as the functionality that will be implemented in the application. In addition to the above, the paper examines the analogues of the system and justifies the choice of its own solution.

Ключевые слова: мобильное приложение, аварийные инциденты, опасные объекты, топливно-энергетический комплекс

Keywords: The mobile app, emergency incidents, hazardous facilities, fuel and energy complex.

В условиях стремительного развития цифровых технологий и повышения требований к безопасности на промышленных объектах, предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) сталкиваются с необходимостью внедрения современных решений для оперативного реагирования на аварийные ситуации. ТЭК относятся к категории объектов повышенной опасности, где аварии могут привести к серьезным последствиям: человеческим жертвам, экологическим катастрофам, значительным экономическим потерям. В связи с этим разработка

мобильного приложения для фиксации аварий на таких объектах становится не только актуально, но и необходимой задачей.

Актуальность обусловлена следующими причинами. Во-первый, предприятия ТЭК работают в условиях повышенного риска, где аварии могут возникнуть из-за человеческого фактора, технических неисправностей или внешних воздействий. Во-вторых, оперативное выявление и документирование аварийных ситуаций позволяет минимизировать их последствия, снизить риски для жизни и здоровья сотрудников, а также предотвратить масштабные экологические катастрофы. В-третьих, автоматизация процессов сбора и обработки данных об авариях способствует повышению прозрачности и эффективности управления безопасностью на предприятии.

В настоящее время процесс обнаружения аварийной ситуации происходит следующим образом:

1) Локализация инцидента. При получении информации об инциденте проводят аварийно-спасательные работы по устранению источника опасного фактора. Нужно убедиться, что пострадавшим оказана первая и профессиональная медицинская помощь, и на месте инцидента не осталось работающих бригад

2) Расследование инцидента. Немедленно после получения информации об инциденте специально созданная комиссия выезжает на место происшествия, чтобы изучить обстоятельства и последствия произошедшего.

3) Направление оперативного сообщения об инциденте по списку рассылки. В течение 24 часов с момента возникновения события нужно подать оперативное сообщение. Список рассылки включает, например, территориальный отдел Ростехнадзора, вышестоящую организацию, администрацию города или села, где расположены опасные производственные объекты.

4) Оформление результатов расследования причин инцидентов. По итогам расследования комиссия должна составить акт. В нем указывают, при каких обстоятельствах произошел инцидент, что послужило предпосылками для случившегося, какой был нанесен вред, сколько часов или дней не работали технические устройства и по чьей вине.

В связи с тем, что все эти процессы, хоть и регламентированы федеральными законами и нормативной документацией внутри корпоративного сообщества, они слабо отражают внутренние процесс проведения мероприятий сотрудниками как при ликвидации аварии, так и при проведении тренировочных мероприятий. В связи с этим было принято решение разработать ИС, которая позволила бы обучить сотрудников реагировать на различные инциденты, упростить контроль за действиями сотрудников при возникновении данных ситуаций.

На этапе проектирования была разработана диаграмма потоков данных. На данной схеме показано ключевое взаимодействие пользователей с приложением.

Для ознакомления с предметной областью были выделены основные сущности для моделирования (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

В рамках проекта разрабатывается мобильное приложение, которое позволит ускорить процесс формирования мероприятий ликвидации аварий, оптимизировать процесс контроля за действиями сотрудников, вести единый учет возникавших аварий, оперативно получать отчетную документацию по действиям сотрудников.

В рамках разработки необходимо реализовать следующий функционал:

1) Добавление, редактирование и удаление ролей пользователей, учетных записей пользователей, структурных подразделений организации, видов аварийных ситуаций, алгоритмов действий при данных инцидентах в зависимости от роли пользователя в системе

2) Генерация отчетов о действиях пользователей при возникновении аварийных ситуаций

3) Регистрация сотрудниками аварийных ситуаций

4) Автоматическая отправка алгоритмов действий сотруднику, зафиксировавшему аварию, иным заинтересованным лицам.

5) Интерфейсы для просмотра информации о пользователях системы, структурных подразделениях, ролях и соответствующих им функциональных возможностях, видах инцидентов и связанных с ними алгоритмах действий.

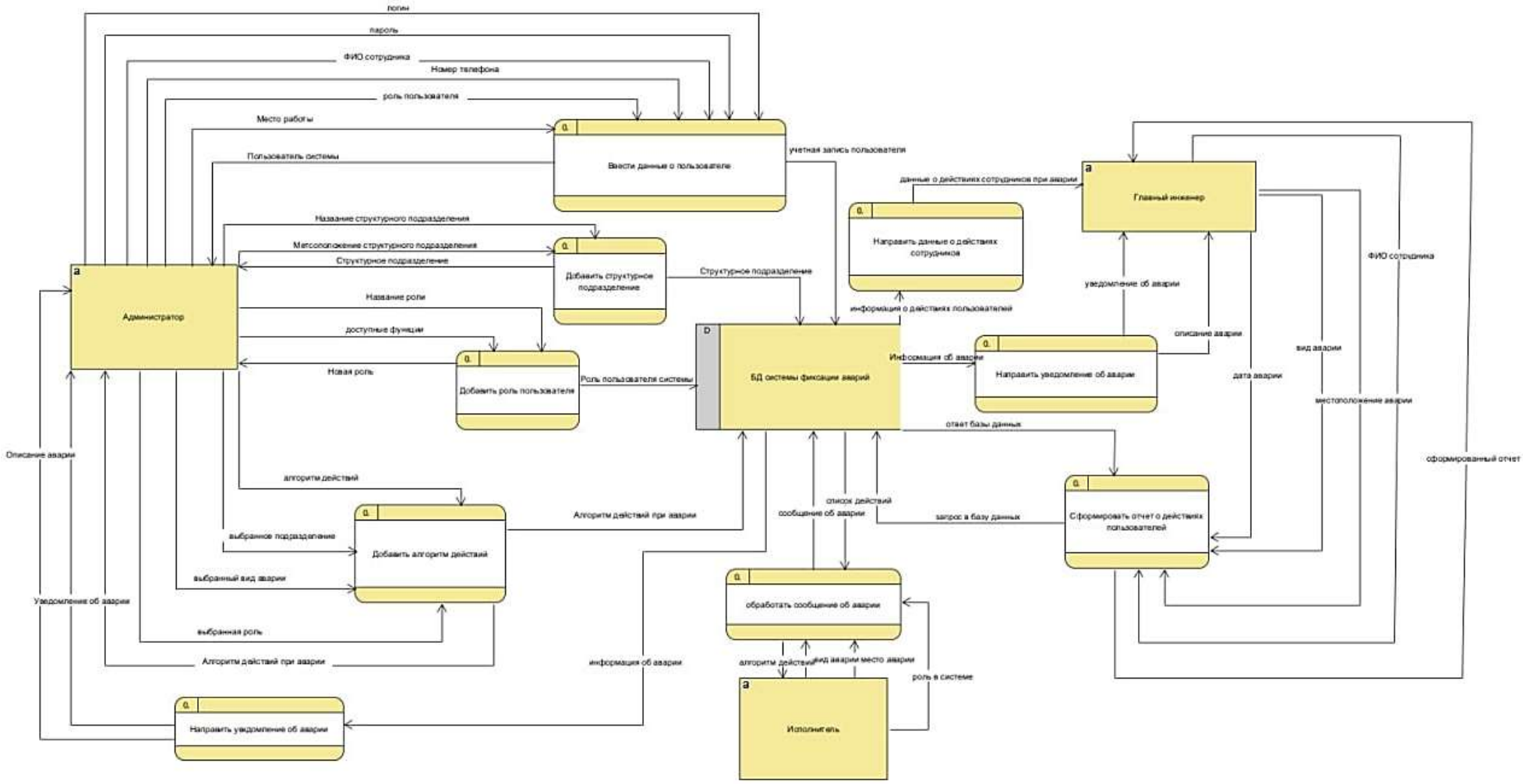


Рисунок 22 – DFD диаграмма первого уровня

При анализе программных решений были рассмотрены следующие аналоги: EHS Insight, Avetta, Riskconnect, Gensuite, Enhesa Mobile, Safety Culture. Несмотря на наличие готовых аналогов наиболее предпочтительной остается разработка собственного программного решения. Это обусловлено несколькими ключевыми причинами. Прежде всего, представленные аналоги являются иностранными продуктами, что противоречит стратегии по импортозамещению организации-заказчика. Немаловажным является то, что собственное решение можно адаптировать под требования организации-заказчика, разработать интерфейс, соответствующий пожеланиям пользователей, контролировать потоки и обработку данных, оперативно реагировать на некорректную работу приложения. Существенным фактором является то, что, в долгосрочной перспективе, разработка своего решения, по сравнению с готовыми продуктами, является экономически более эффективной.

В качестве средств проектирования были выбраны:

Visual Paradigm – это мощный инструмент визуального моделирования, позволяющий наглядно в виде схем представить структуру хранения данных и их движение в рамках системы.

Android Studio – официальная IDE для создания приложений под Android. Она предоставляет разработчикам множество инструментов и функций, которые делают процесс разработки более эффективным и удобным. Плюсами данной среды разработки является наличие эмулятора для тестирования приложения без использования реальных устройств, визуального редактора интерфейса, позволяющего проектировать графическую часть приложения без прямого написания кода, а также наличие автоподставления кода и автоматического поиска ошибок.

PyCharm – мощная IDE, предназначенная для программирования на Python. Данная среда разработки имеет множество плюсов, а именно: умное автоподставление, ускоряющее написание кода; отладка, позволяющая пошагово проверять, в какой части программы происходят ошибки; прямое подключение к системе управления базами данных, что позволяет тестировать запросы к данным прямо в данной среде.

В качестве СУБД используется PostgreSQL. Преимуществами данной системы по сравнению с аналогами являются: расширяемость – определение новых функций, типов, языков, агрегатов, индексов и операторов; высокая производительность за счет оптимизированной архитектуры; работа с различными типами данных; надежность; свободное распространение; наличие большого и динамически развивающегося сообщества и исчерпывающего официального руководства.

Разработка программного решения выполняется под операционную систему Android версии 12 и выше. Выбор именно такой версии в качестве минимально поддерживаемой имеет ряд причин. Выбор данной версии позволяет использовать современные стандарты в области безопасности и функции без лишних сложностей. Не маловажным фактором является тот факт, что выпускаемые сейчас устройства работают на последних версиях Android, начиная с Android 12. Плюс ко всему, на данной версии операционной системы были представлены более актуальные алгоритмы безопасности, а также обновлены необходимые для разработки библиотеки и методы взаимодействия между программой и системой.

На рисунке 2 представлена экранная форма мобильного приложения, отображающая функционал добавления роли в систему. Администратор системы вводит название роли и выбирает из представленного списка функции, которые будут доступны создаваемой роли. После нажатия на кнопку «Добавить» роль будет сохранена в базе данных, а администратору будет выведено всплывающее сообщение об успешном вводе. В случае каких-либо ошибок будет выведено сообщение, сообщающее об ошибке.

На данный момент идет активная разработка мобильного приложения, но оно еще не запущено, и пользователи не имеют к нему доступа. После завершения разработки и запуска приложения пользователи смогут удобно и эффективно использовать его для удовлетворения своих потребностей. В дальнейшем данное решение будет реализовано для ОС IOS, а также в качестве десктопного решения.

Таким образом, разработка мобильного приложения направлена на минимизацию человеческих потерь, вреда здоровью, а также снижение экономического и экологического ущерба.

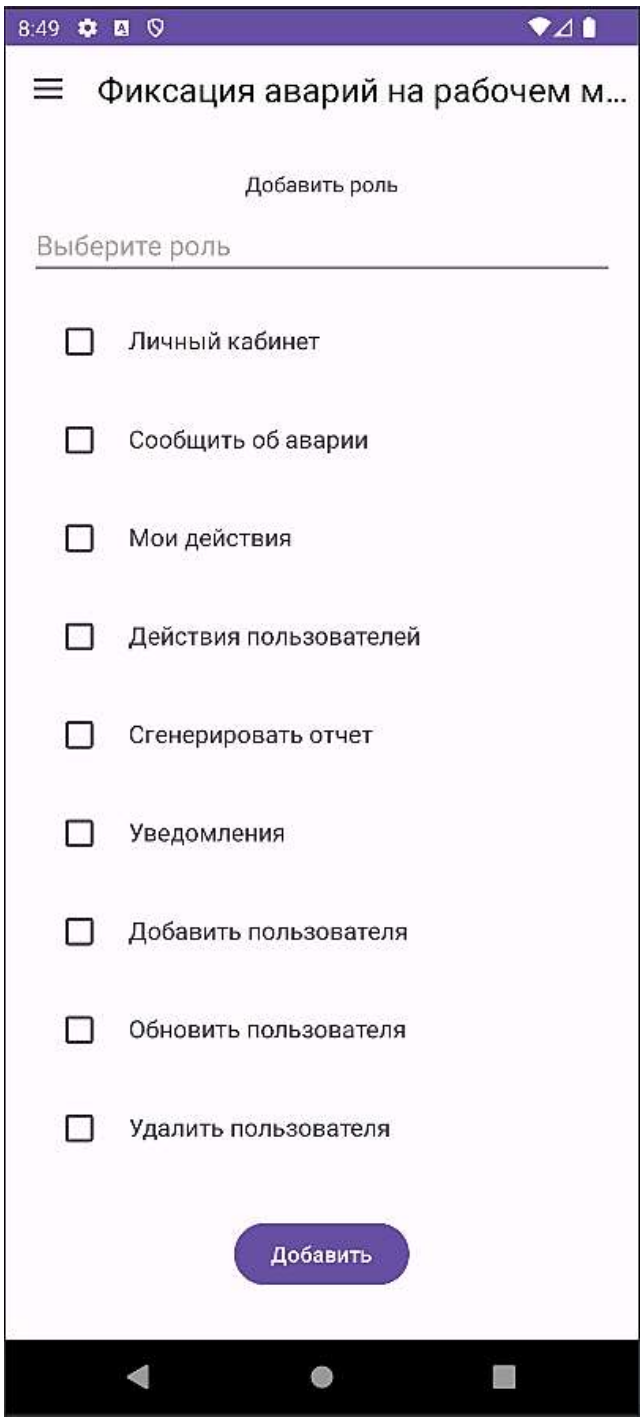


Рисунок 23 – Интерфейс добавления роли

Библиографический список:

1. Медиа Iteco [Электронный ресурс]. URL: https://itecompany.ru/blog/poryadok-rassledovaniya-i-ucheta-inczidentov-na-opo/ (Дата обращения: 01.04.2025)
2. EHS Insight [Электронный ресурс]. URL: https://www.ehsinsight.com/ (Дата обращения: 28.03.2025)
3. Avetta [Электронный ресурс]. URL: https://www.avetta.com/ (Дата обращения: 28.03.2025)
4. Riskconnect [Электронный ресурс]. URL: https://riskonnect.com/ (Дата обращения: 28.03.2025)
5. Gensuite [Электронный ресурс]. URL: https://benchmarkgensuite.com/ (Дата обращения: 28.03.2025)
6. Enhesa [Электронный ресурс]. URL: https://www.enhesa.com (Дата обращения: 28.03.2025)
7. Safety Culture [Электронный ресурс]. URL: https://safetyculture.com/ (Дата обращения: 28.03.2025)

УДК 658.562

Повышение надёжности эксплуатации межпромысловых трубопроводов на примере ПАО «НК «Роснефть»»

Лоленко А. А.
Научный руководитель - Нор Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Трубопроводы – артерии экономики, несущие жизненно важные углеводороды и обеспечивающие экономическое процветание Российской Федерации. Прокладка этих стальных магистралей – сложная симфония, где на первый план выходят геологические особенности ландшафта, капризы рельефа и коварные объятия естественных и техногенных преград [1].

В фокусе нашего внимания – понятие надежности, словно маяк, указывающий путь в бурном море технических решений. Согласно ГОСТ 27.002-89, надежность – это непоколебимая способность объекта сохранять заданные параметры, подобно верному стражу, обеспечивая выполнение возложенных функций в любых условиях эксплуатации, обслуживания, хранения и транспортировки [2].

Межпромысловые трубопроводы – долговечные инженерные творения, предназначенные для непрерывной транспортировки сокровищ земли: природного газа, нефти, нефтепродуктов, воды и их причудливых смесей, от мест их рождения до установок комплексной подготовки. Сердце межпромыслового трубопровода – его линейная часть, сотканная из сваренных труб или секций, уложенных в лоно траншеи.

Эксплуатация нефтепроводов в суровых условиях промыслов – это испытание на прочность. Агрессивные свойства транспортируемых сред, словно безжалостные хищники, подтачивают внутреннюю структуру трубопроводов, вызывая коррозию. Время от времени происходят аварийные разрывы, словно кровоизлияния, в результате которых теряется драгоценная нефть и загрязняется хрупкая окружающая среда. В условиях стремительного развития нефтегазодобывающих компаний необходимо постоянно анализировать опыт российских и зарубежных коллег, внедрять новейшие технические средства и технологии, словно щит, защищающий от надвигающейся опасности. Статистика неумолима: внутренняя коррозия – главный виновник аварий, на ее долю приходится 69,6%. Другие факторы, такие как условия прокладки и тип труб, также вносят свою лепту в печальную статистику. В качестве основы для анализа были использованы статистические данные по авариям на нефтепроводах протяженностью 1400 км и условным диаметром от 73 до 530 мм [3].

В данной работе был произведен анализ взаимосвязи между отказами и диаметром, который показан на рисунке 1.

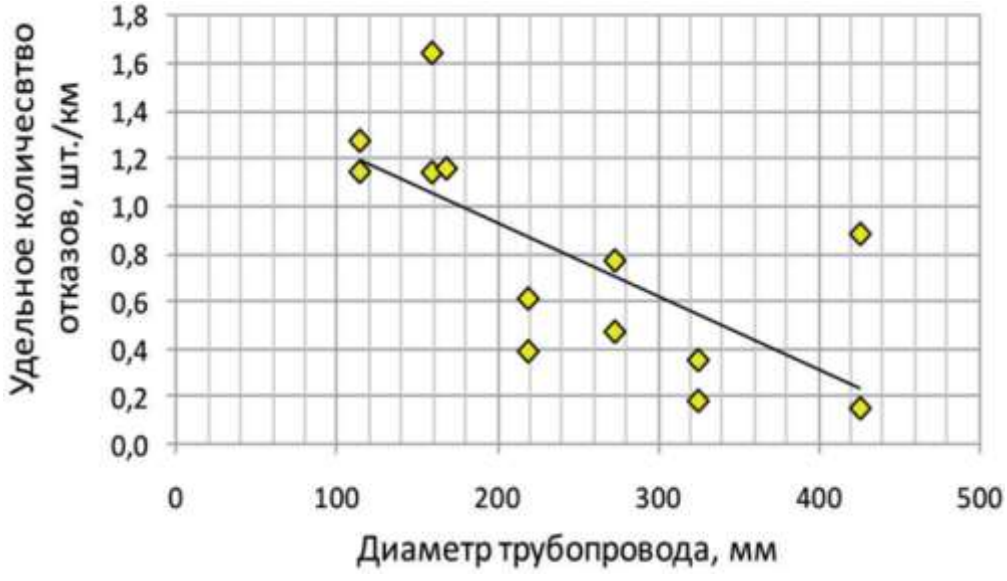


Рисунок 1 – Зависимость удельного количества отказов от диаметра

Из рисунка 1 мы можем сделать вывод, что увеличение диаметра промыслового трубопровода приводит к снижению аварийности на нефтепроводе. Также стоит отметить, что аварийность зависит от скорости потока жидкости. При расслоении потока возникает ручейковое коррозионное разрушение в нижней части трубопровода вследствие низких скоростей жидкости.

Ручейковая коррозия возникает из-за агрессивного состава сырой скважинной нефти, содержащей механические примеси, такие как песок, глина, парафины и смолы, а также пластовую воду со солями. Обводненность нефти в исследуемых нефтепроводах составляет 92,2%, с вариацией параметра ±4,3%.

Для снижения внутренней коррозии необходимо проводить мониторинг скорости потока в нефтепроводах и при необходимости принимать меры по стабилизации скорости до такого уровня, при котором исключается образование застойных зон в нижней части трубы (см. рисунок 2).

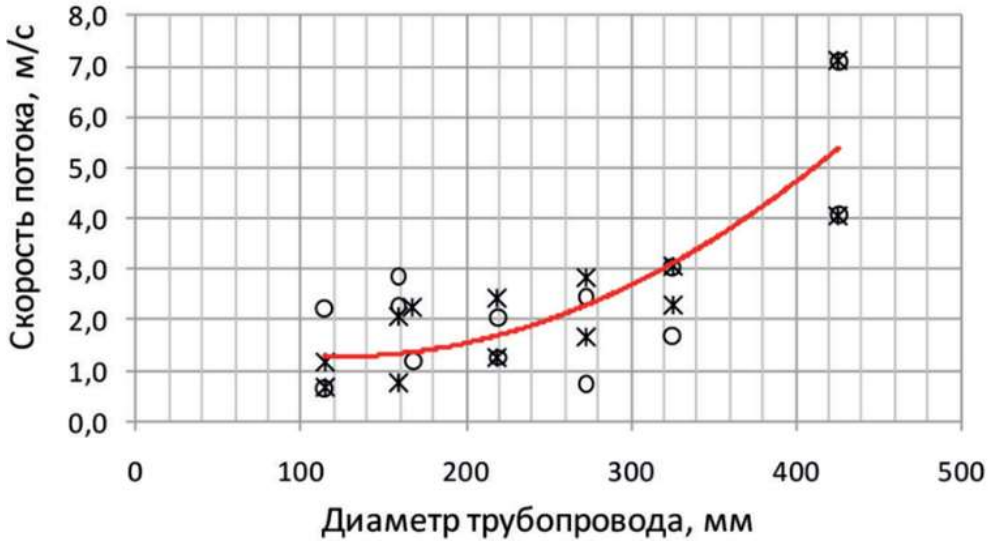


Рисунок 2 – Зависимость скорости потока от диаметра

Производственный контроль над состоянием и эксплуатацией межпромысловых нефтепроводов является одной из ключевых составляющих обеспечения безопасности и надежности транспортировки нефти. В условиях возрастающих требований к экологической ответственности и эффективности производственных процессов, роль такого контроля становится особенно значимой. Производственный контроль включает в себя комплекс мероприятий, направленных на мониторинг технического состояния трубопроводов, предотвращение аварийных ситуаций, минимизацию рисков утечек нефти и защиту окружающей среды.

Современные технологии позволяют значительно повысить точность и оперативность оценки состояния нефтепроводов, обеспечивая своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению. Автоматизация процессов мониторинга и внедрение инновационных методов диагностики способствуют оптимизации затрат и повышению уровня безопасности эксплуатации объектов нефтегазовой инфраструктуры.

Цель данного исследования заключается в анализе современных подходов и технологий производственного контроля за эксплуатацией межпромысловых нефтепроводов, а также в оценке их эффективности и перспектив развития. Особое внимание будет уделено вопросам интеграции цифровых решений, автоматизации процессов и внедрения передовых диагностических методик, способствующих повышению надежности и долговечности трубопроводных систем.

Одной из основных причин возникновения ручейковой коррозии в трубе является сочетание следующих факторов - наличие абразивных частиц в потоке, значительные механические напряжения на стенке трубы и наличие достаточного количества кислорода в перекачиваемой водонефтяной эмульсии. Для предотвращения ручейковой коррозии могут быть использованы следующие методы:

1. очистка водонефтяных эмульсий от абразивных частиц;

2. удаление кислорода из эмульсий, так как он является деполяризатором электрохимической реакции окисления материала трубы;

3. применение ингибиторов коррозии;

4. снижение механических напряжений в стенке трубопровода;

5. использование защитных покрытий;

6. мониторинг состояния трубопровода.

Разливы нефти наносят непоправимый ущерб окружающей среде и живым организмам, как на суше, так и в море. Наличие нефтепродуктов в почвах приводит к деструкции и изменению биоценозов. Потери нефти во время добычи и транспортировки составляют около 2,5% ежегодно.

Аварии на нефтепроводах, расположенных в мировых океанах, часто остаются без надлежащего контроля и реагирования из-за сложности доступа к местам аварий.

Анализ риска аварий на нефтепроводах показал, что наиболее распространенной причиной аварийных ситуаций является несвоевременное обнаружение и устранение коррозии материалов труб, а также проблемы с парафиновыми отложениями на внутренних стенках трубопровода и обнаружение внутренних дефектов.

Мониторинг системы нефтепроводов – комплексная задача, так как объекты системы имеют большую географическую протяженность и подвержены негативным воздействиям окружающей среды. Контроль системы трубопроводов позволяет обеспечить непрерывный мониторинг давления и температуры в трубопроводе, а также регистрировать утечки и повреждения системы, но в значительной мере (до 20 – 23%), снижает риск возникновения аварии при транспортировке нефти.

Существует ряд патентов, которые содержат различные технологические решения для воссоздания волоконно-оптических систем, принадлежащим «Schlumberger», «Halliburton», «Weatherford International», но за основу был взят патент, принадлежащий акционерному обществу «ОМЕГА» и публичному акционерному обществу «Транснефть», имеющее название «Волоконно-оптическое устройство мониторинга трубопроводов» [4].

Участников, работающих над улучшением технологий мониторинга нефтепроводов с помощью оптоволоконных систем не мало. Важно отметить, что большинство компаний в этой области продолжают развивать свои патенты и продукты, стремясь предложить наиболее надёжные и экономически выгодные решения для индустрии.

Оптоволоконные системы являются одним из наиболее перспективных инструментов для осуществления производственного контроля за состоянием межпромысловых нефтепроводов. Эти системы обладают высокой чувствительностью и способностью отслеживать даже незначительные изменения в состоянии трубопровода, такие как деформации, температурные колебания, утечки и вибрации. Благодаря использованию оптического волокна, которое прокладывается вдоль всей длины трубопровода, возможно осуществлять непрерывный мониторинг в режиме реального времени, что существенно повышает уровень безопасности и позволяет оперативно реагировать на возникающие угрозы.

Одним из ключевых преимуществ оптоволоконных систем является возможность дистанционного наблюдения за большими участками трубопровода без необходимости постоянного присутствия персонала на месте. Это снижает затраты на обслуживание и уменьшает риски, связанные с человеческим фактором. Современные оптоволоконные датчики способны фиксировать широкий спектр параметров, включая давление, температуру, деформационные нагрузки и акустические сигналы, что делает их универсальным инструментом для комплексного анализа состояния нефтепровода.

Система состоит из источника лазерного излучения, входящего в состав передатчика, чувствительного волоконно-оптического элемента (оптоволоконного кабеля), фотодетектора с блоком первичной обработки сигнала, блока преобразования в цифровой код, алгоритмического анализатора информации, формирующего сигнал тревоги в случае аварийной ситуации.

Конструкция датчика состоит из строительных длин по 4 км каждая. Сращивание производится при помощи сварки. На месте сварки устанавливается герметичная муфта. Электрическое напряжение в датчике отсутствует. Ремонт датчика осуществляется при помощи замены поврежденного участка.

Использование технологии позволяет оперативно выявлять нарушения целостности периметра протяженного объекта либо фиксировать какие-либо воздействия изнутри или извне на протяженный объект. При этом устройство позволяет определить координаты места дефекта или точки воздействия на объект с точностью 1 – 2 м.

Оборудование системы должно быть нечувствительно к воздействию помех от находящихся в непосредственной близости радиочастотных излучающих устройств и не оказывать самостоятельного воздействия (помех) на функционирование иных технических средств и оборудования.

Кроме того, интеграция оптоволоконных систем с системами автоматического управления и анализа данных позволяет автоматизировать процесс обработки информации и принятия решений. Алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта могут использоваться для прогнозирования возможных неисправностей и разработки стратегий превентивного обслуживания, что способствует увеличению срока службы оборудования и снижению вероятности аварийных ситуаций.

Таким образом, применение оптоволоконных систем в производственном контроле нефтепроводов представляет собой важный шаг вперед в обеспечении надежности и безопасности эксплуатации трубопроводной инфраструктуры.

Библиографический список:

1. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. (в ред. от 21.07.2023 г.) // Режим доступа : Справочно-правовая система КонсультантПлюс. – Системные требования : Windows 2000/XP/Vista. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.03.2024).
2. Нор, Е. В. Надежность технических систем [Текст] : учебное пособие / Е. В. Нор. – Ухта : УГТУ, 2009. – 96 с.
3. Исследование аварийности нефтесборных трубопроводов [Текст] / И. Р. Байков, С. В. Китаев, Н. Р. Рязапов, О. В. Смородова // Нефтегазовое дело. – 2018. – т. 16, № 5. – С.94-98.
4. Пат. № 2637722 Российская Федерация, МПК G 01 H 9/00, G 01 N 21/00. : № 2016126956. Волоконно-оптическое устройство мониторинга трубопроводов / А. Т. Кулаков, Э. Р. Ахмедов, А. М. О. Мамедов, ; заявл. 05.07.2016 ; опубл. 06.12.2017, Бюл. № 34. – 15 с. : ил. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://patents.google.com/patent/RU2637722C1/ru , свободный. – Яз. рус. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.03.2025).

УДК 331.34:004

Тренажер для обучения выполнению работ повышенной опасности на компрессорных станциях

Харченко В. М., Коновалов В. И.
Администрация ООО «Газпром трансгаз Ухта», г. Ухта, Россия

Защита сотрудников является ключевым приоритетом на каждом этапе производственного процесса. Хотя на опасных производственных объектах важную роль играют инструктажи и обучение, частота аварий, происшествий и несчастных случаев указывает на необходимость улучшения существующих подходов.

Компании нефтегазовой отрасли в основном относятся к категории опасных производственных объектов в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ от 21 июля 1997 года. Такие предприятия характеризуются высокими рисками, такими как аварии, происшествия и травматизм, вызванными большим парком технологического оборудования,

которое функционирует в условиях высоких и низких температур, вибрации и повышенного давления. Прежде чем приступить к самостоятельной работе, каждый сотрудник проходит серию обучений и инструктажей, направленных на развитие навыков, техники выполнения и методов безопасного проведения различных операций.

На сегодняшний день обучение и инструктажи в основном проводятся двумя основными методами:

- чтение: ознакомление с технической документацией, выявление рисков и изучение инструкций по охране труда;
- просмотр видео: демонстрация рабочего процесса и его разбор.

После завершения обучения работники подтверждают свое понимание и готовность к самостоятельной работе путем подписания соответствующих документов.

Эти традиционные методы имеют несколько существенных недостатков:

- они основаны на устаревших подходах, которые использовались задолго до появления современных цифровых технологий. Чтение и просмотр видео эффективны только для тех, кто предпочитает такие формы восприятия информации, и больше подходят старшему поколению, привыкшему к традиционным способам обучения;
- смена поколений требует модернизации образовательных методик, чтобы адаптироваться к новым предпочтениям молодежи, которым нужны более интерактивные и современные подходы;
- традиционные методы обучения позволяют изучить теорию, но не дают возможности подробно разобрать все возможные ситуации, включая те, которые не описаны в инструкциях. Это может привести к трудностям при выполнении реальных рабочих задач;
- данные методы не вовлекают персонал в учебный процесс должным образом, так как не задействуют все доступные способы восприятия информации.

Для преодоления этих ограничений предлагается новый подход, основанный на симуляции реальных рабочих процессов с использованием логических схем. Этот метод позволяет создавать квесты, имитирующие настоящие производственные операции, включая возможные ошибки и способы их исправления. Все задания выполняются от первого лица, что помогает сотрудникам лучше освоить материал и повысить уровень подготовки.

Чтобы улучшить обучаемость сотрудников и подготовить их к самостоятельной работе, снижая вероятность ошибок, важно создать систему, которая задействует все каналы восприятия информации. Для этого была разработана программа обучения для работы на компрессорных станциях, где задействованы опасные производственные процессы. Она основана на визуализации всего рабочего цикла с применением машинного обучения и элементов игрового процесса. Программа создана с использованием платформы Unreal Engine, широко применяемой для разработки игровых сценариев.

Эта система охватывает весь путь нового сотрудника, начиная с этапа трудоустройства и заканчивая подготовкой к самостоятельной работе на газовых установках. В частности, она направлена на обучение слесарей по ремонту газового оборудования. Обучение в виртуальном пространстве помогает сотрудникам быстрее адаптироваться к рабочим обязанностям благодаря точному воспроизведению обстановки компрессорной станции, включая расположение оборудования и помещений.

В процессе прохождения обучения работник, управляя персонажем, получает задание у непосредственного руководителя и приступает к самостоятельной работе (Рисунок – 1). В процессе выполнения заданий, работнику будет предоставляться выбор продолжения пути для исполнения своих поручений, где он может выполнить ошибочные действия и не справиться с заданием (Рисунок – 2). Итогом обучения станет журнал событий, в котором отражаются все выполненные и невыполненные задачи (Рисунок – 3).

Разработка этой системы стала новаторским решением, повышающим эффективность обучения и уменьшающим риски, связанные с опасными факторами на производстве. На эту технологию уже подана заявка на создание изобретения под названием «Способ обучения персонала выполнению работ повышенной опасности».

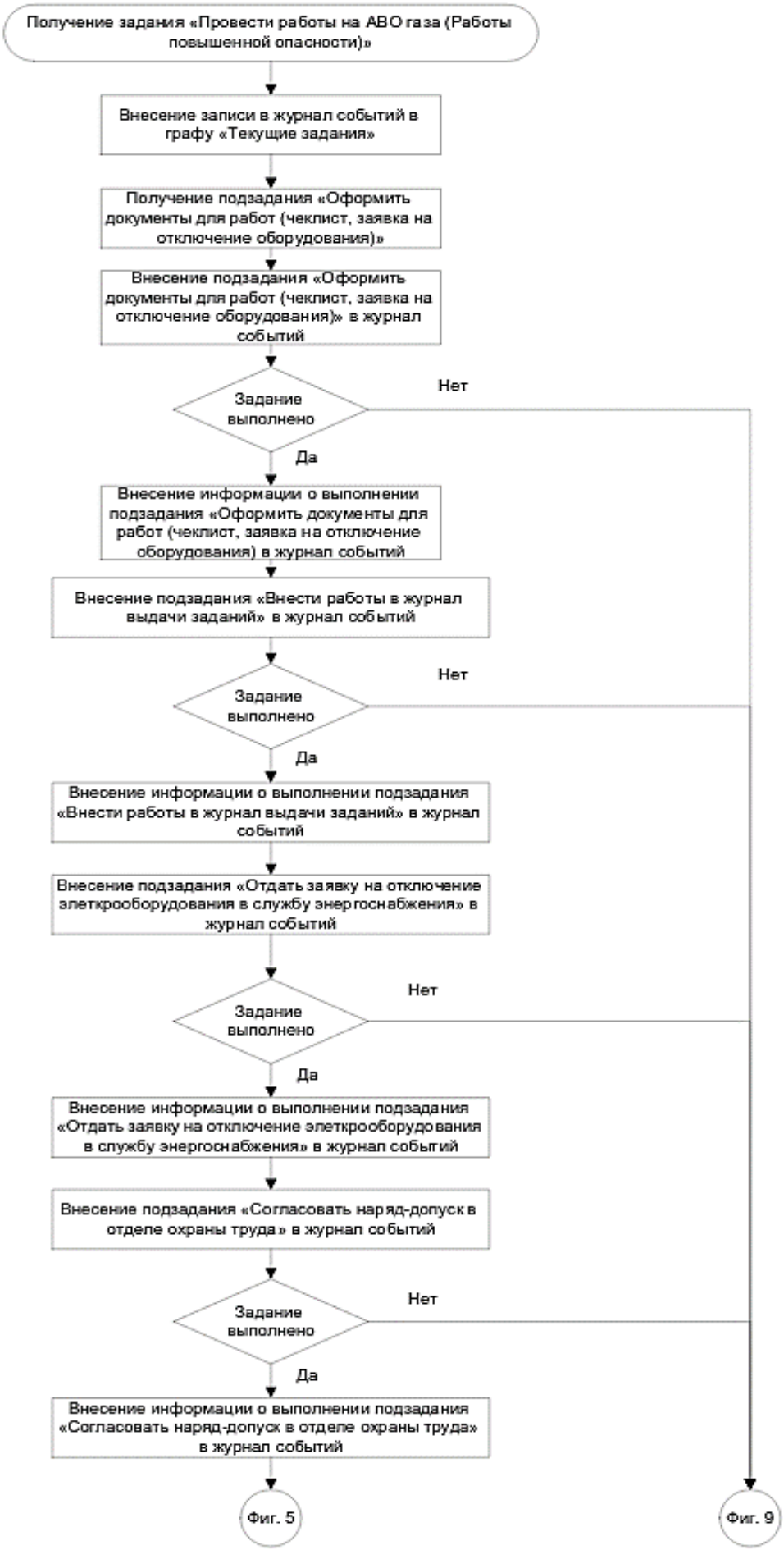


Рисунок 24 – Логическая схема 1. Процесс получения задания. Процесс выполнения работ

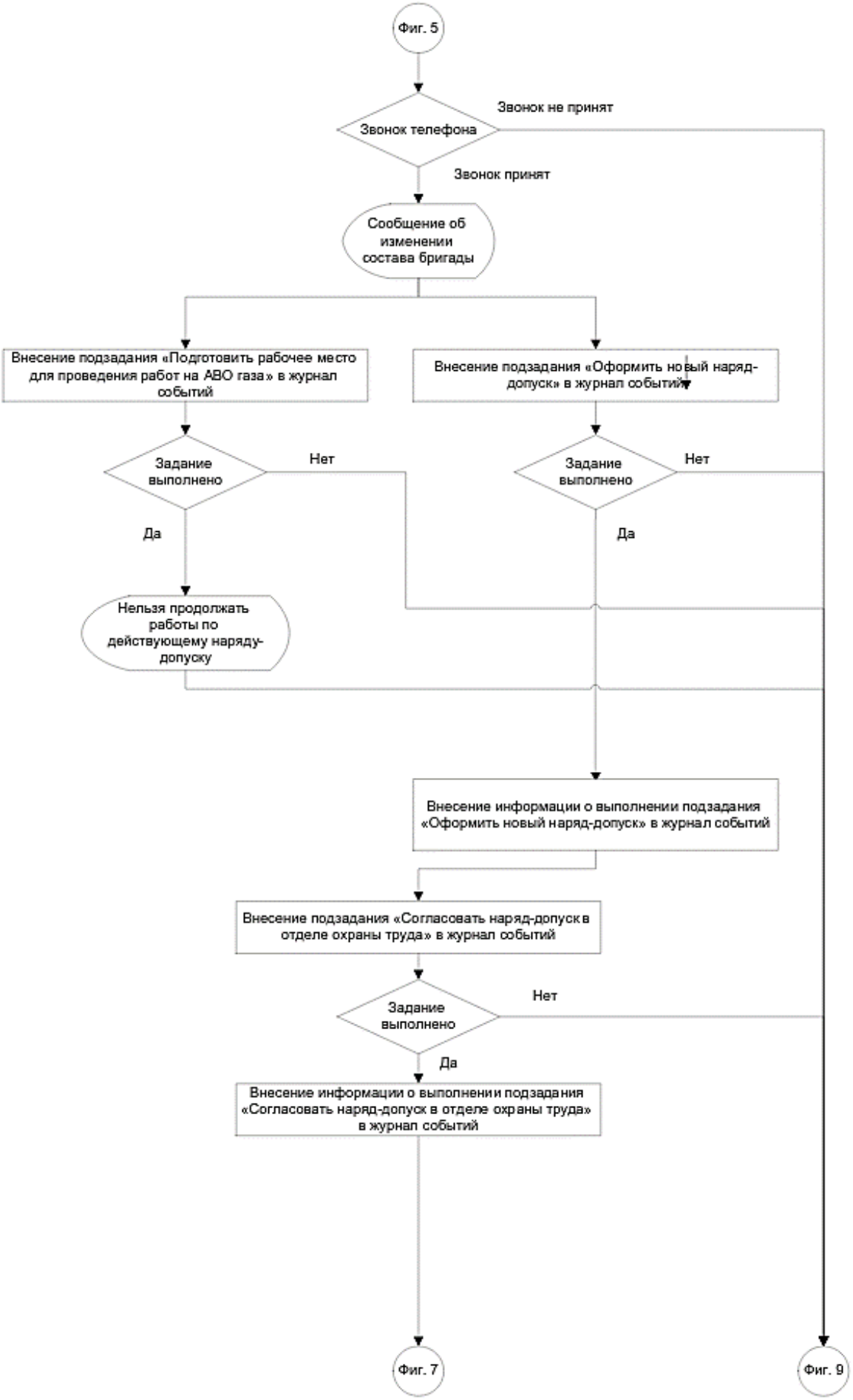


Рисунок 2 - Логическая схема 2. Процесс выбора исполнения задания

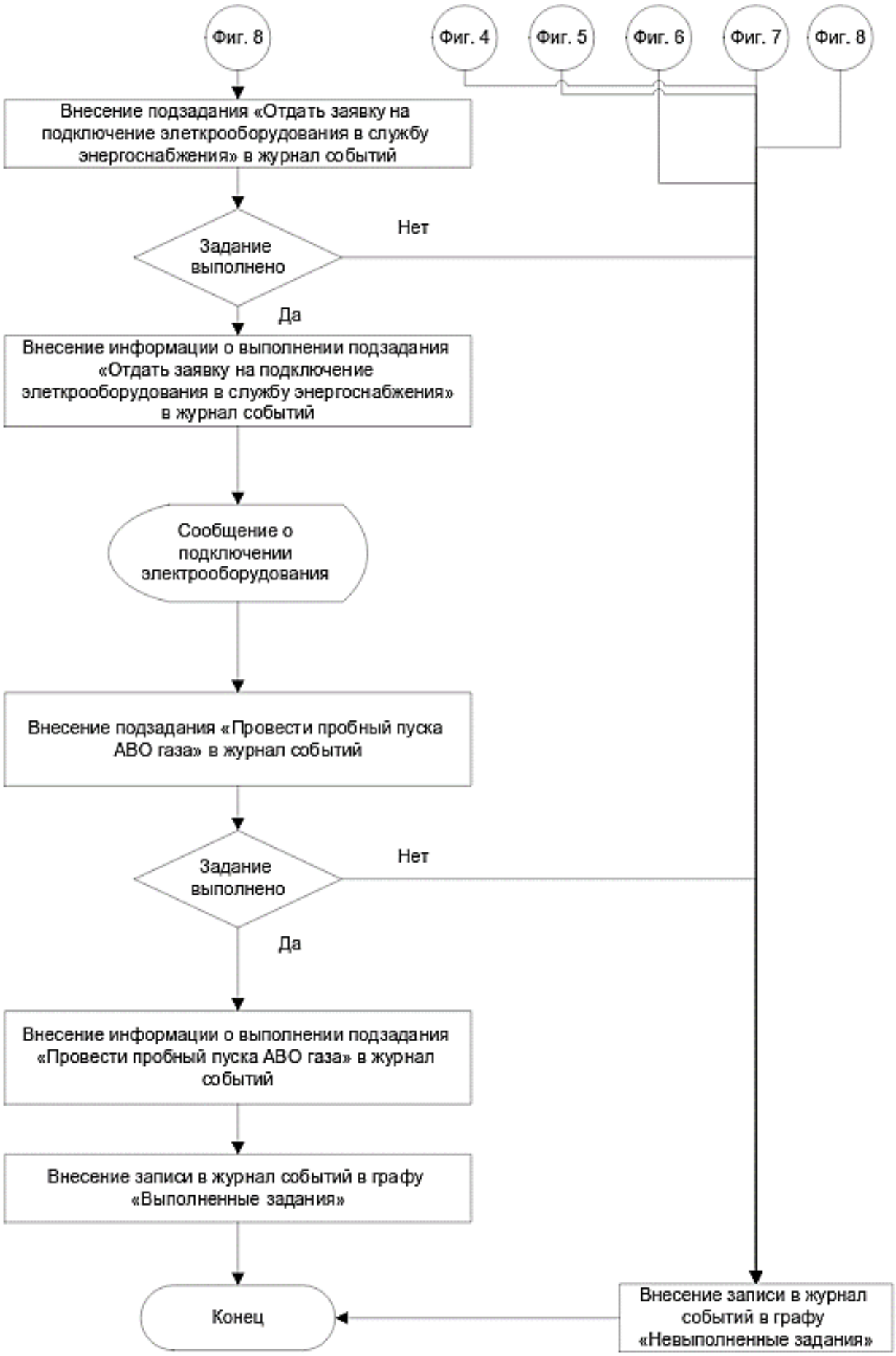


Рисунок 3 - Логическая схема 3. Процесс внесения заданий в графу «выполненных» и «невыполненных»

УДК 621.644.07

Совершенствование системы прогнозирования аварий и их последствий для обеспечения промышленной безопасности эксплуатации систем трубопроводного транспорта

Слепнёв В. Н.
Научный руководитель – Максименко А. Ф.
ООО «НИИ Транснефть», г. Москва, Россия

Одним из важных факторов, влияющих на последствия аварий, является расположение объекта на местности, а также устройство территории самого промышленного объекта. Учёт ограждающих стен, локальных понижений в виде стоков промышленно-дождевой канализации, лотков и возвышенностей внутриобъектовых проездов, зданий и сооружений позволяет более точно определять пути распространения нефти и/или нефтепродуктов (далее – ННП), площадь распространения разлива.

Прогнозирование последствий разливов нефти и нефтепродуктов является одним из «слабых» мест системы управления промышленной безопасностью производственного объекта. При находящемся практически на постоянном уровне числе аварий на объектах магистрального трубопроводного транспорта особое внимание на себя обращают экологический ущерб, обусловленный крупными площадями загрязнения окружающей среды и попаданием нефти и нефтепродуктов в водные объекты, а также ущербом третьим лицам [1]. Высокие значения обоих показателей ущерба указывает на недостатки систем прогнозирования, что делает актуальными исследования в данной области. Разработки в части совершенствования систем прогнозирования позволяют сократить или исключить ущерб, сэкономить средства предприятий и уберечь окружающую природу.

Основным методом оценки площади загрязнения при разливе нефти и нефтепродуктов, который закреплен законодательно, является расчётный метод, рекомендованный приказом №533 МЧС России от 26.06.2024. Расчет проводится с учетом предположения, что нефть распространяется в форме круга. Данное предположение во многом упрощает процесс распространения пятна, не учитывает возможные особенности рельефа, преграды, процессы испарения и впитывания.

Отдельные исследования [2] показывают, что при применении методов ландшафтного моделирования, т.е. учета особенностей рельефа, что площадь пятна превышает площадь круга почти в 1,5 раза.

На необходимость учета внешних факторов обращают внимание и авторы публикаций [3-5]. В своих трудах они указывают, что нефть/нефтепродукт при выходе на поверхность имеют достаточно высокую скорость распространения, склонны к покрытию крупных площадей. Увеличение зеркала разлива увеличивает испаряемость продукта, которая также зависит от метеорологических показателей (температуры окружающей среды, скорости и направления ветра и т.д.).

Моделирование разливов ННП с применением геоинформационных технологий позволяет учитывать рельеф местности промышленного объекта. Данная публикация продолжает работы автора, посвящённые прогнозированию аварий на резервуарных парках объектов ТЭК [6,7], а также исследований в части компьютерного моделирования разливов ННП [8-12].

В статье [7] были представлены результаты численного моделирования разрушения резервуара. Расчеты позволили оценить гидродинамическое усилие волны ННП при быстром разрушении стенки резервуара, а также объем перелива через стенки каре, вызываемого волной. Статья [8] раскрывала методологию расчета несущей способности защитных стен, проверка проектных решений по устройству стен каре, их устойчивость перед гидродинамическими нагрузками волны ННП.

Для создания ЦММ исходными данными могут являться: результаты воздушного и наземного лазерного сканирования, данные из проектной документации и материалов инженерных изысканий реконструкции/строительства промышленного объекта. Подобный подход позволяет спрогнозировать влияние изменения территории площадки на распространение разливов ННП и скорректировать возможные программы реконструкции/строительства в части устройства дополнительных защитных сооружений (при необходимости).

Работы по созданию ЦММ проводились в программных комплексах QGIS 3.2.0 и ArcGIS 10.1.

В рамках данных исследований наиболее опасный сценарий аварии на резервуаре [7]: полное разрушение резервуара при максимальном взливе ННП с углом раскрытия стенок в 180^{o} и направленным движением потока жидкости в сторону объектов приоритетной защиты (здания с работающим персоналом, расположенные на территории виртуального объекта по решению исследователей). Данный сценарий развития аварии вполне вероятен в настоящий момент из повышенного риска нанесения удара беспилотными летательными аппаратами по объектам топливно-энергетического комплекса.

Для целей исследования на созданной ЦММ были размещены резервуары как с защитными железобетонными стенками, так и с земляным обвалованием. Железобетонные стенки и каре создавались на основе нормативных документов Российской Федерации, содержащих соответствующие требования и рекомендации. Также для целей исследования были созданы модели резервуаров разного объема (20000, 30000 и 50000 м^3 и с разными типами хранящихся ННП (нефть, дизельное топливо, бензин, мазут). В зависимости от типа защитного сооружения каре и направления разлива, при разрушении резервуаров на виртуальной площадке, принято три основных варианта моделирования разлива ННП от резервуаров:

Вариант №1 принят для резервуаров с земляным обвалованием, у которых отсутствует железобетонные защитные стены каре. Моделирование проведено при условии неповрежденного земляного обвалования и условий, изложенных выше. Разлив моделируется в виде направленного распространения ННП, в объеме равном максимальному объёму ННП, хранящемуся в моделируемом резервуаре.

Вариант №2 применяется в случае, когда защитная стена выдерживает усилия гидродинамического воздействия волны ННП и сохраняет несущую способность (например, имеет подпор с внешней стороны каре или нагрузки не превышают ее несущей способности). При моделировании по данному сценарию происходит распространение ННП от защитной (подпорной) стены за пределы каре в объеме «перехлеста», определяемом для условий формирования волны из НПП при «быстром» разрушении РВС, по результатам численного моделирования разрушения резервуара [7], в зависимости от высоты стены, расстояния от образующей резервуара до неё и т.д. Моделирование и расчет объёма «перехлеста» был рассмотрен в статье [7].

Вариант №3 применяется в случае, когда защитная стена не имеет подпора, теряет несущую способность и разрушается при гидродинамическом воздействии волны ННП. В таком случае разлив моделируется при отсутствии стены, в виде направленного распространения ННП, в объеме равном максимальному объёму ННП, хранящемуся в моделируемом резервуаре.

Время моделирования разлива проведено из расчёта распространения ННП в течение 7 ч после начала разлива или до окончания распространения ННП по территории виртуального объекта, если распространение прекращается раньше. Данное время обусловлено продолжением растекания разлива по территории площадки после «перехлеста» волны через каре и установленным законодательством временем локализации разлива – не более 6 часов. Фиксация промежуточных результатов моделирования, отражающая динамику распространения разлива ННП, производилась через каждые 10 мин.

Моделирование разливов нефти проводилось с использованием модуля «Разлив нефти» (разработчик ООО «ИНТРО-ГИС», г. Уфа). Механизмы, реализованные в указанном модуле, подробно представлены в предыдущих публикациях авторов [7-12] и основаны на отечественных исследованиях [13].

По результатам создания модели местности была получена ЦММ: GRID-поверхность с нанесенными на неё объектами виртуальной производственной площадки. Данная ЦММ предназначена для создания 3D моделей и моделирования разливов. Пример участка 3D-модели производственного объекта представлен на рисунке 1.

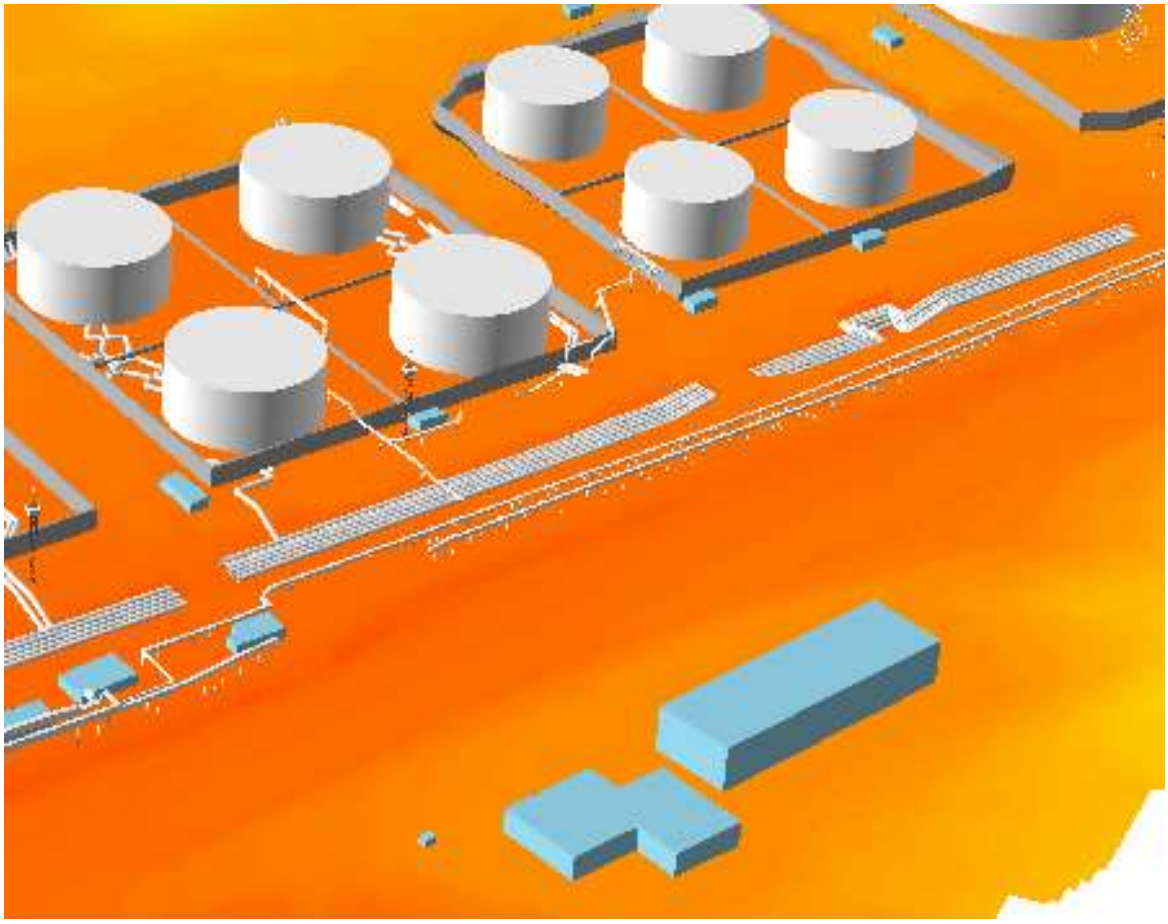


Рисунок 1 – 3 D модель участка промышленной площадки

Было проведено моделирование для 43 расчетных случаев, рассмотрены модели резервуаров объемом от 20000 м^3 до 50000 м^3:

- 10 резервуаров моделировалось по Варианту 1;
- 18 резервуаров моделировалось по Варианту 2;
- 15 резервуаров моделировалось по Варианту 3.

На рисунках 2-4 представлены примеры реализации различных вариантов моделирования.

По результатам проведенного моделирования разливы от 18 из рассмотренных моделей резервуаров распространяются на большие площади виртуальной площадки (примеры площадей представлены в таблицах на рисунках 2-4), что может привести к серьезным последствиям (попаданию разлива на территорию объектов третьих лиц, территорию жилой застройки, в водные объекты и т.д.) и ущербу. Для подобных случаев необходимо предусматривать разработку защитных сооружений.

В целях дальнейшего исследования предложена уточненная модель разрушения резервуара – частичное раскрытие стенки РВС. Подробное обоснование модели представлено в статье [7]. При смене модели для 29 резервуаров были изменены варианты дальнейшего моделирования разлива в связи с изменением нагрузок на защитные стенки каре резервуаров (что влечет за собой сохранение их несущих способностей) и, следовательно, уменьшением объемов разлива при возникновении аварии на резервуарах. Из 43 рассмотренных расчетных случаев:

- для 3 случаев изменен вариант моделирования (вместо выхода всего объема присутствует частичный выход – перелив через стенки каре);
- для 26 случаев выход ННП за пределы каре отсутствует;
- для 14 случаев вариант разлива не изменился (земляное обвалование).

В случае отсутствия выхода ННП за пределы каре резервуара моделирование не проводилось. На рисунках 5-6 представлены измененные варианты моделирования для РВС-20000 и РВС-50000.

По результатам моделирования на основе скорректированной модели количество резервуаров, при аварии на которых происходит распространение НПП на большие площади, сократилось и составило 5 резервуаров.

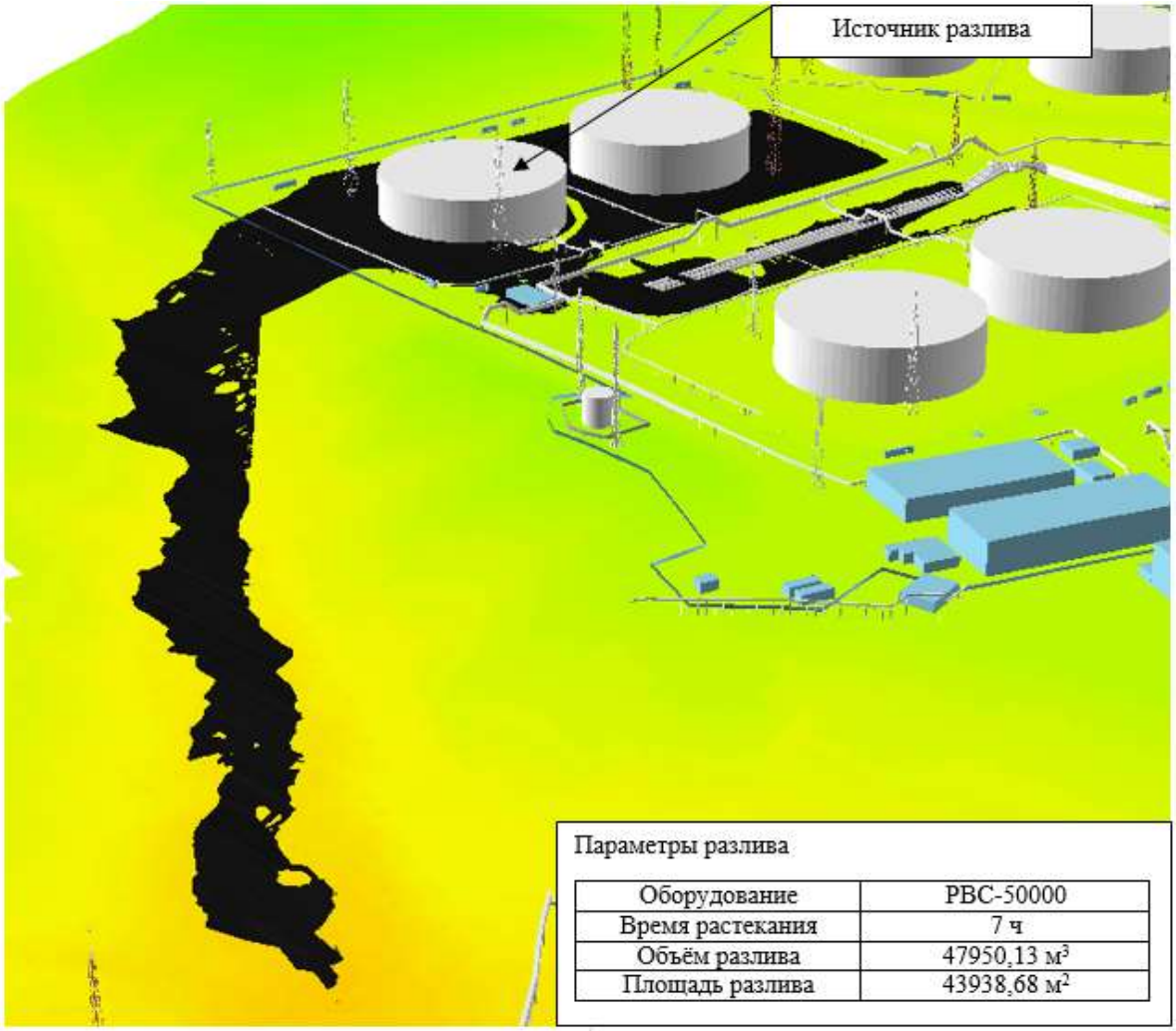


Рисунок 2 – Пример результатов моделирования разлива на РВС-50000 по Варианту 1

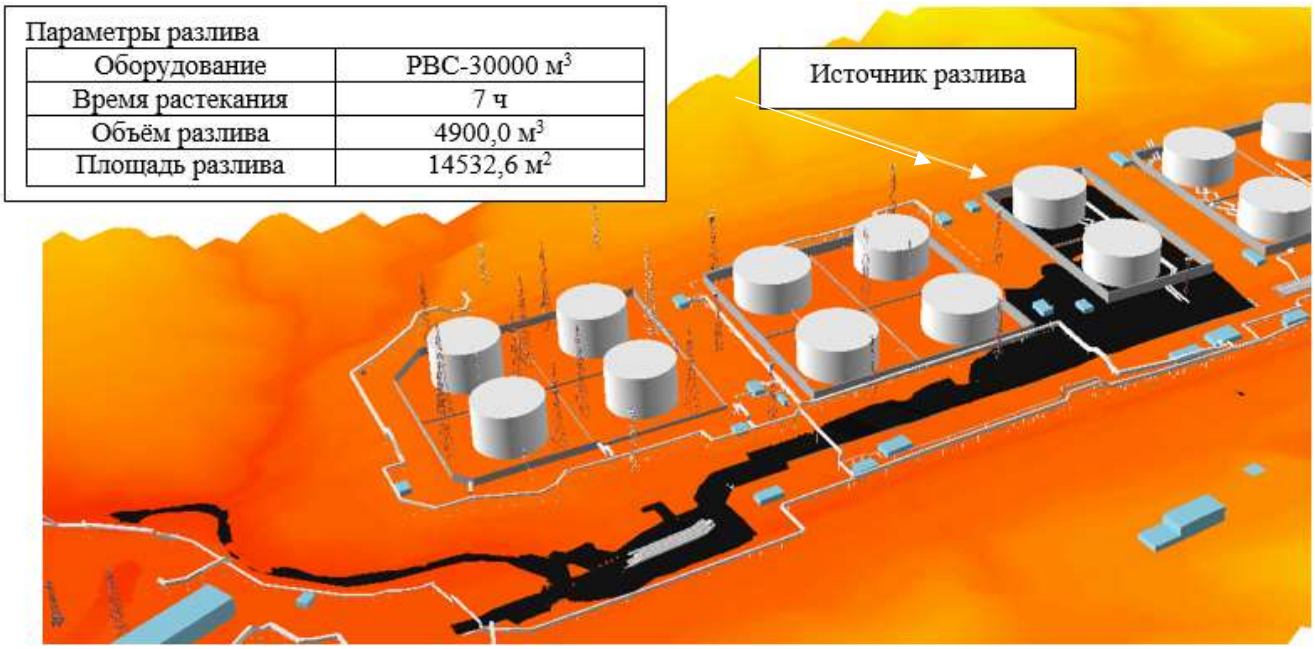


Рисунок 3 – Пример результатов моделирования разлива на РВС-30000 по

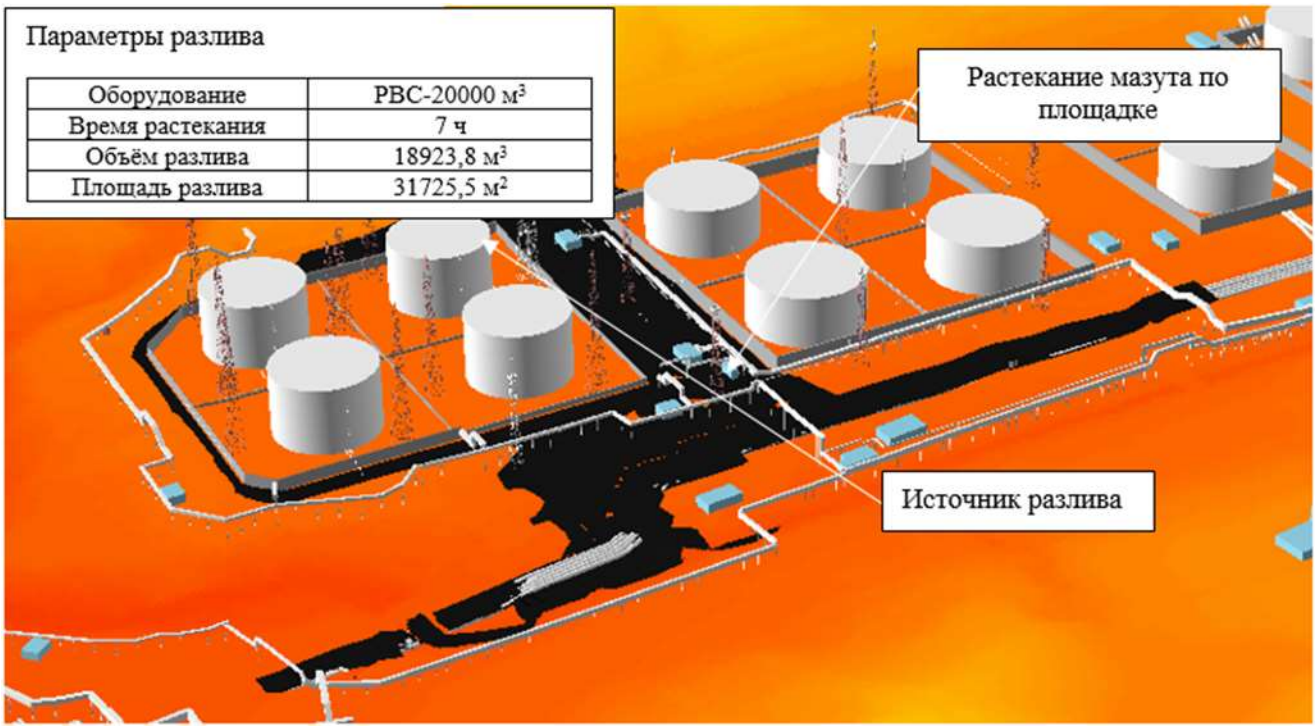


Рисунок 4 – Пример результатов моделирования разлива на РВС-20000 по Варианту 3

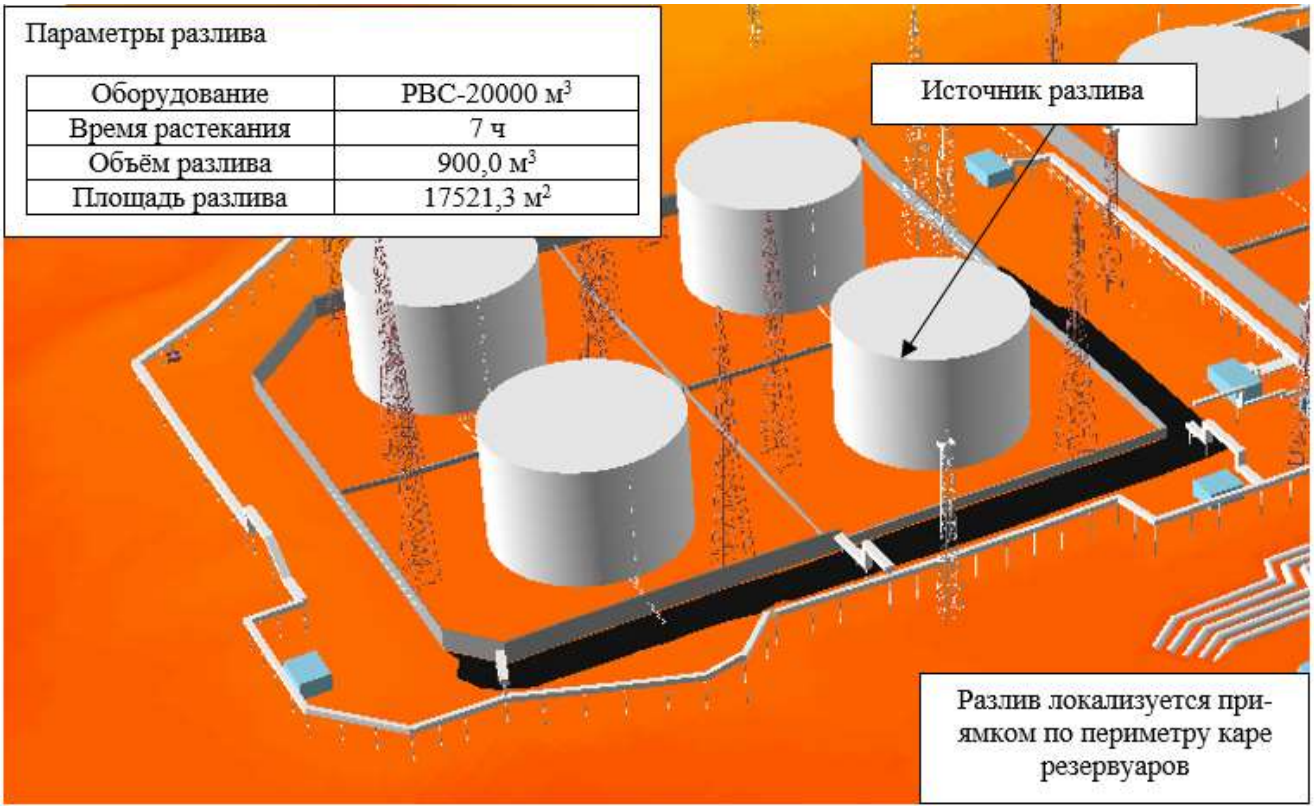


Рисунок 5 – Пример результатов моделирования разлива на РВС-20000 по Варианту 2

При проведении дальнейших исследований в рамках данного направления предложено видоизменить подход к прогнозированию таким образом, чтобы были учтены последствия в т.ч. и полного разрушения резервуара. Процессы прогнозирования предлагается в дальнейшем выстраивать в иной последовательности, а именно: на первом этапе проводить прогнозирование последствий частичного разрушения резервуара с разработкой предложений по устройству защитных сооружений. Это позволит максимально снизить или вообще исключить ущерб от аварии при реализации данного сценария, не допустить выхода ННП за пределы производственной площадки и нанесения ущерба третьим лицам. Далее с учетом

предложенных защитных сооружений проводится прогнозирование для сценария с полным разрушением резервуара. Таким образом, с учетом снижения зон распространения разлива, снижения ущерба от аварии, с учетом защитных сооружений, разработанных для сценария с частичным разрушением резервуара, сократится необходимое количество сил и средств необходимое для локализации и ликвидации последствий аварии при наихудшем варианте развития аварии (полное разрушение). Устройство защитных сооружений для сценария полного разрушения резервуара теряет целесообразность в связи малой вероятностью подобного явления в настоящее время [14]. Это также позволит сократить расходы на устройство защитных сооружений.

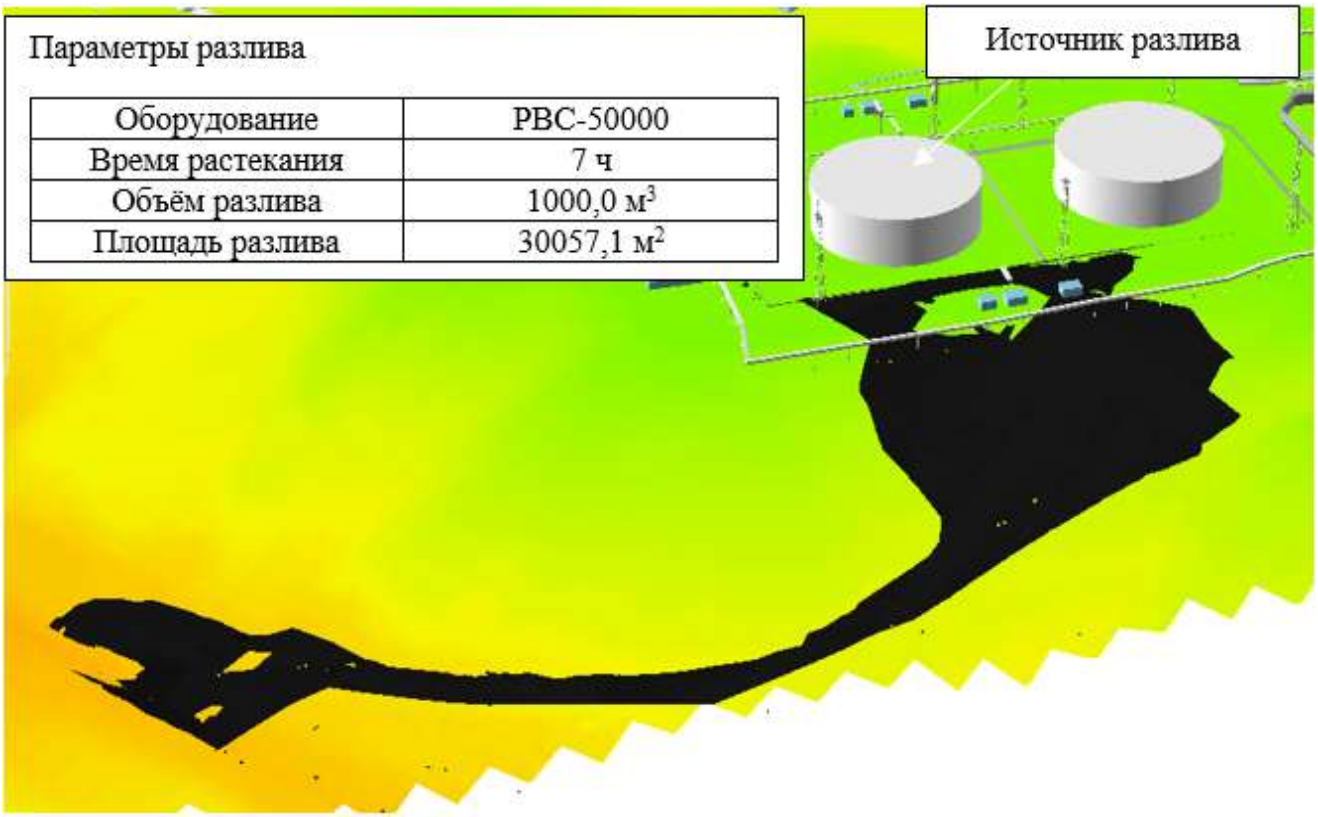


Рисунок 6 – Пример результатов моделирования разлива на РВС-50000 по Варианту 2 при частичном разрушении резервуара

Моделирование разлива на основе рельефа местности с применением ГИС-технологий позволяет спрогнозировать последствия разлива наиболее приближенно к реальной обстановке. Результаты моделирования могут быть применены при рассмотрении вопросов о разработке дополнительных защитных сооружений для обеспечения промышленной безопасности промышленного объекта.

В целом предлагаемый процесс прогнозирования с учетом нагрузок от волны НПП, объема перелива, оценки устойчивости ограждающих стен и моделирования разлива на основе рельефа местности позволяет учитывать достаточно большое количество факторов, влияющих на последствия аварий на резервуарных парках. Также в связи с развивающимися технологиями строительства резервуаров предложенный в цикле статей алгоритм позволяет смоделировать другие сценарии с учетом возможных механизмов разгерметизации резервуара.

Данная публикация будет интересна специалистам в области магистрального трубопроводного транспорта, занимающихся вопросами проектирования и промышленной безопасности резервуарных парков и площадочных объектов.

Библиографический список:

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports . \

2. Ландшафтное моделирование аварийных разливов жидких воспламеняющихся веществ и его влияние на точность прогнозных оценок техногенного риска / С.А. Хлуденев [и др.] // Научные исследования и инновации. - 2013. - Т. 7. - № 1-4. - С. 147-156.
3. Лисина Д.О., Глебова Л.В. Моделирование нефтяных разливов как метод предварительного планирования аварийных ситуаций // Геология, география и глобальная энергия. - 2014. - № 3 (54). - С. 139-142.
4. Численное моделирование разлива над непроницаемым грунтом // Труды Института механики УНЦ РАН. - 2012. - Вып. 9. - С. 69-71.
5. Баишева А.Р., Сайфутдинова Г.М. Геоинформационное моделирование аварийного разлива нефти при решении задач трехмернй визуализации ситуаций на территории резервуарного парка // В сб. Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. - Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2012.
6. Мышко Р.А. ГИС моделирование нефтяных разливов на магистральных трубопроводах // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". - 2020.
7. Гончар А. Э., Слепнев В. Н., Богач А. А. Оценка гидродинамического воздействия волны прорыва и объема перелива через стенки каре резервуара // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. Т. 11. № 6. С. 640–651. https://doi.org/10.28999/2541-9595-2021-11-6-640-651
8. Гончар А.Э., Слепнёв В.Н., Липленко М.А. Оценка устойчивости ограждающих стен каре при гидродинамическом воздействии волны нефти, нефтепродукта при аварийной разгерметизации резервуара // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2022. Т. 12. № 3. С. 230-238. DOI: 10.28999/2541-9595-2022-12-3-230-238.
9. Оценка риска возникновения повреждений трубопроводов, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации. Моделирование разлива и определение возможного объёма нефти с учётом рельефа местности / С.А. Половков [и др.] // Территория Нефтегаз. 2016. № 12. С. 88-93.
10. Системный подход при разработке мероприятий по предупреждению и локализации последствий аварий на нефтепроводах в Арктической зоне РФ / С.А. Половков [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. № 1(28). С.20-29.
11. Разработка дополнительных защитных сооружений от разливов нефти, нефтепродуктов на основе трехмерного моделирования / С.А. Половков [и др.] // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2018. Т.8. № 2. С. 197-205. DOI: 10.28999/2541-9595-2018-8-2-197-205.
12. Системный подход к защите Арктики от последствий аварий на магистральных трубопроводах / И.Р. Айсматуллин [и др.] // Деловой журнал Neftegaz.ru. 2018. №5. С. 66-72.
13. Математическое моделирование поверхностного стока и переноса загрязнений / В.А. Гитис [и др.] // Информационные процессы. 2007. Том 7. № 2. С. 168-182.
14. Слепнёв В.Н., Гончар А.Э. Комплексный подход к прогнозированию последствий аварий на резервуарных парках // Нефтяное хозяйство. 2022. № 6. С. 100-104.

УДК 004.4

Особенности проведения курсов повышения квалификации с применением цифровых технологий

Сердюк И. В.[1], Стругов И. С.[2]
1 - Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия
2 - ООО «Газпром трансгаз Ухта», г. Ухта, Россия

В настоящей статье рассматривается опыт внедрения цифровых технологий при реализации образовательных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки. Рассматриваются проблемы усвоения информации из традиционных книг и статей, которая зачастую оказывается сложной для читателей. Текстовый формат может

ограничивать понимание и восприятие материала, что приводит к необходимости поиска более эффективных методов обучения. В связи с этим, статья предлагает разработку цифровых платформ и приложений, которые обеспечивают лучшую наглядность и интерактивность учебного материала. Использование мультимедийных элементов, таких как видео, анимации и интерактивные задания, может значительно улучшить процесс обучения и сделать его более доступным и увлекательным. Внедрение таких технологий в образовательный процесс поможет повысить уровень понимания и усвоения информации, что, в свою очередь, будет способствовать более глубокому и качественному обучению.

Ключевые слова: повышение квалификации, профессиональная переподготовка, цифровые технологии, программа, знаковая сигнализация.

Современное общество проходит через значительные изменения, переходя от индустриальной модели к информационному обществу и цифровизации. В условиях этого нового информационного общества образование становится ключевой социально-культурной ценностью, направленной на устойчивое развитие [1].

Непрерывное образование является характерной чертой современности, позволяющей специалистам постоянно обновлять свои профессиональные навыки и компетенции. Одним из эффективных способов обеспечения такого непрерывного образования являются программы дополнительного профессионального образования (ДПО). Содержание этих программ должно разрабатываться с учетом конкретных потребностей как предприятий, так и отдельных лиц. Это является важным условием для внедрения инновационных технологий в производство и, как следствие, для улучшения и увеличения объемов производства, а также повышения конкурентоспособности.

Одним из актуальных направлений в реализации ДПО являются интеграционные платформы, которые обеспечивают доступ обучающимся к качественному образовательному контенту. Они также позволяют реализовать принцип виртуальной академической мобильности. Однако образовательный контент не должен ограничиваться электронными версиями традиционных учебников, статей и справочников. Хотя такие ресурсы являются ценными и доступными, они не всегда позволяют полноценно реализовать задуманную автором образовательную программу. Это связано с тем, что они представляют собой просто информацию или электронные материалы без должной демонстрации, практики, обратной связи и руководства для обучающихся. Важно, чтобы ресурсы основывались на современных теориях и практиках обучения, что позволит реализовать эффективное и результативное электронное обучение [2].

Дополнительное профессиональное образование не должно просто реагировать на текущие запросы рынка труда. Его развитие должно опираться на предвосхищение будущих потребностей. Однако с учетом внедрения информационных технологий в производство и ускоряющегося процесса цифровизации, становится очевидным, что существует значительный разрыв между рынками труда и системой образования. Это выражается в нехватке квалифицированных специалистов и несоответствии их подготовки реальным требованиям.

Кластеризация образования подразумевает использование труда высококвалифицированных специалистов, которые обладают гибкостью, высокой мобильностью и широким спектром взаимосвязанных профессиональных навыков и компетенций. Кластерная система заранее определяет образовательным учреждениям, какого рода специалисты требуются компаниям, но подготовка высококвалифицированных кадров возможна только при совместной работе различных участников образовательного процесса [3].

Согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ, дополнительное профессиональное образование направлено на удовлетворение образовательных и профессиональных потребностей, развитие профессиональных навыков и соответствие квалификации человека меняющимся условиям труда и социальной среды. К дополнительным профессиональным программам (ДПП) относятся как программы повышения квалификации, так и программы профессиональной переподготовки. [4].

Интернет открывает возможности для организации онлайн-обучения, что позволяет обучающимся учиться дистанционно, не завися от их местоположения или состояния здоровья. Это дает возможность изучать образовательные программы по индивидуальному расписанию. По завершении курсов повышения квалификации и профессиональной переподготовки участники получают документы установленного образца.

Такое онлайн-обучение чаще всего называется «вебинарами». Вебинар (от английского слова webinar) представляет собой «форму веб-конференции, позволяющую проводить онлайн-встречи или презентации через интернет». Во время вебинаров все участники находятся у себя за компьютерами, а связь между ними осуществляется через интернет с использованием специального программного обеспечения, установленного на каждом компьютере, или через веб-приложение. Иными словами, вебинар — это онлайн-мероприятие, в котором одновременно могут участвовать от нескольких человек до десятков или даже тысяч участников в режиме реального времени [5].

В условиях современного рынка все больше руководителей осознают, что основным конкурентным преимуществом компании является ее персонал. Именно знания, квалификация и уровень подготовки сотрудников, а также их способность организовать работу, постоянное развитие и долгосрочная мотивация могут стать теми преимуществами, которые трудно или невозможно воспроизвести конкурентам.

Безусловно, в эпоху цифровизации образование претерпевает значительные изменения. Уже сейчас можно наблюдать, как современные информационные технологии активно внедряются в образовательный процесс, создавая взаимосвязи и дополняя друг друга.

Электронные курсы стали отправной точкой для цифровизации образовательных систем, и им предсказывают большие перспективы в большинстве развитых стран [7].

Цифровизация образовательных процессов актуальна не только для отдельных компаний, но и для целых отраслей производства, которые выбирают этот путь как единственный способ адаптироваться к быстро меняющимся технологическим условиям. В результате цифровая трансформация в промышленности, образовании, а также в других секторах уже сегодня влияет на жизнь каждого человека и каждой организации.

Основная цель повышения квалификации – удовлетворить потребности специалистов в получении полного набора информации о последних научных достижениях, а также о передовом отечественном и зарубежном опыте в определенной области. Обновление теоретических и практических знаний становится необходимым из-за растущих требований работодателей и национальных стандартов к уровню компетентности работников различных профессий.

Что касается профессиональной переподготовки, то она представляет собой быстрый способ освоить новую профессию или специальность, когда ранее приобретенные навыки уже не соответствуют требованиям рынка и работодателей. Курс профессиональной переподготовки строится на основе уже имеющихся знаний (высшего или среднего профессионального образования).

Для получения практических навыков (компетенций) была разработана интерактивная обучающая система по основным направлениям знаковой сигнализации при повышении квалификации персонала. Основной проблемой в обучение по тематике знаковой сигнализации является отсутствие четкого и понятного алгоритма по применению и обучению знаковой сигнализации кроме приложения номер 6-7 к Федеральным нормам и правил в области ПБ под номером 461 (рисунок 1).

В ходе беседы с инженерами, обучаемыми по программе повышения квалификации руководителей и специалистов по курсу «Требования промышленной безопасности к подъемным сооружениям», было выявлено, что им неудобно применять данное приложения в работе. Для выявления потребностей персонала было проведено анкетирование. По результатам которых выяснилось, что для лучшего понимания знаковой сигнализации требуется более наглядное пособие в цифровом виде (рисунок 2).

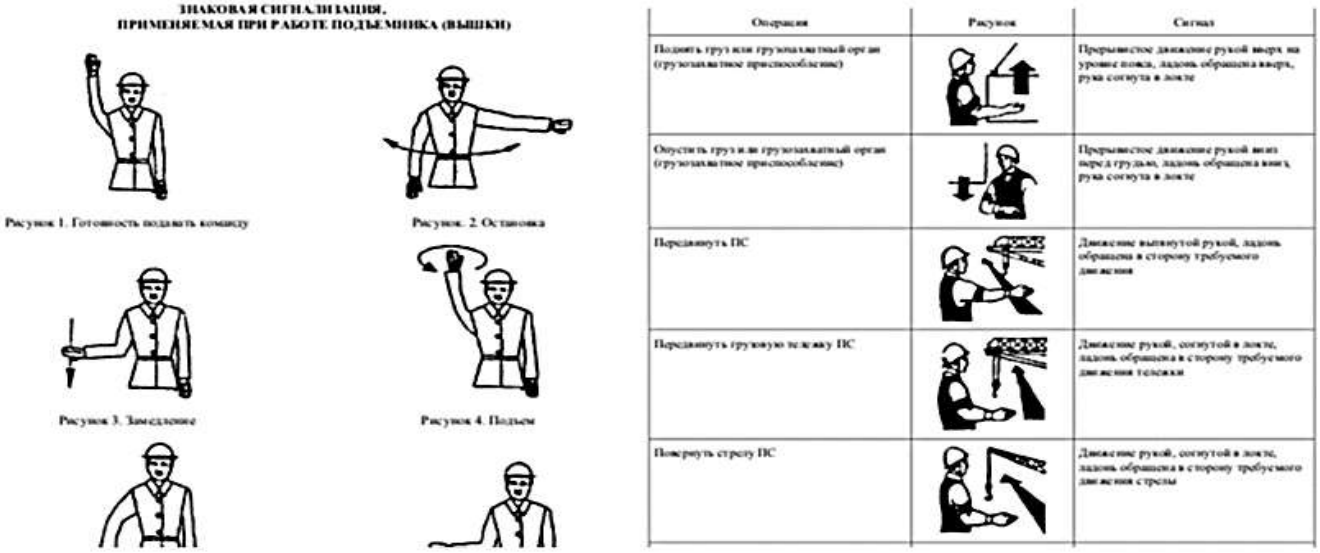


Рисунок 1 – Приложение 6-7 ФНП 461

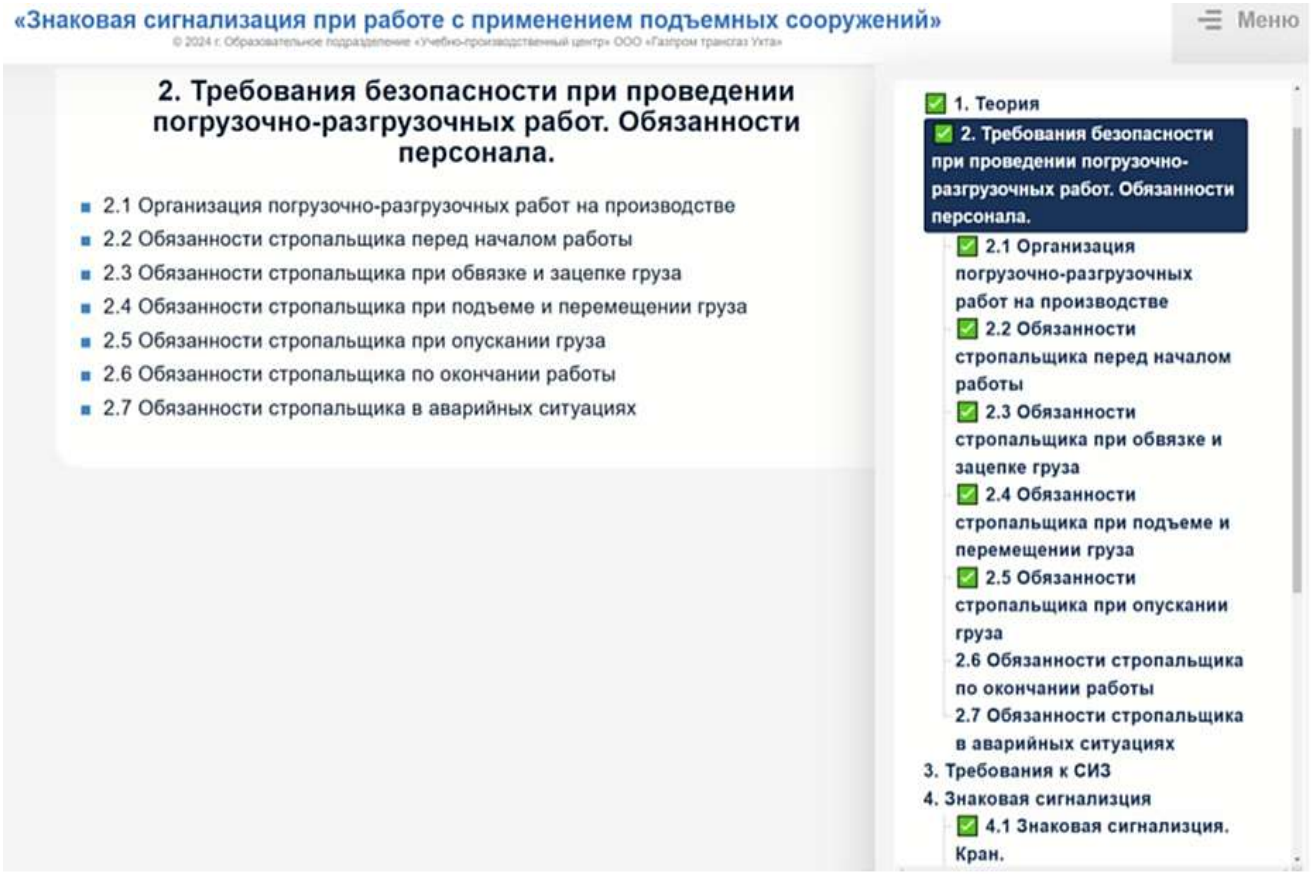


Рисунок 2 – Меню разработанной программы

Разработанная система знаковой сигнализации обеспечивает четкую и понятную коммуникацию между членами команды, что особенно важно в условиях шумного производства. Использование стандартных знаков и сигналов позволяет избежать недопонимания и ошибок, связанных с неверной интерпретацией устных команд. Данная система проста в использовании, позволяет изучать требуемые средства индивидуальной защиты, знаков на площадке. После изучения теории следует изучение практической части занятия в процессе которого демонстрируется видео сигнальщика (рисунок 3).

После выполнения теории и практической части обучаемые проходят итоговое тестирования. Где преподаватель или инженер, который занимается подготовкой обучаемых видит результат обучения (рисунок 4).

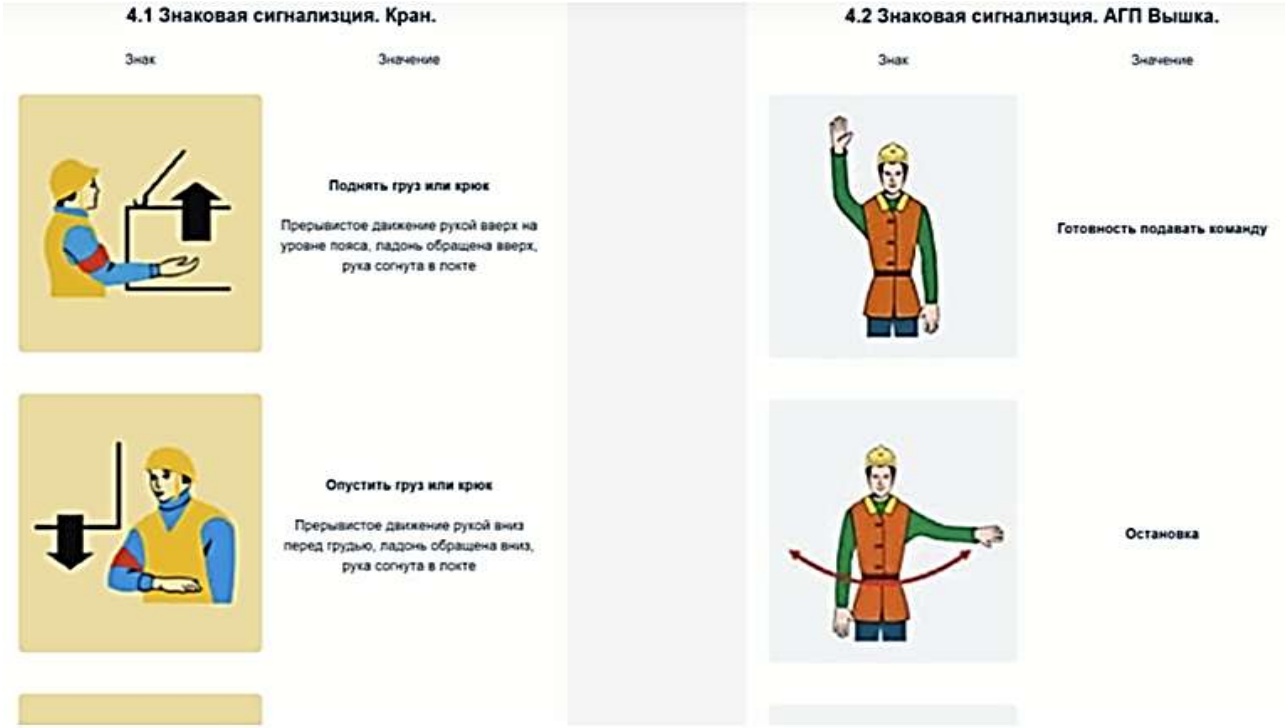


Рисунок 3 – Цветной вид знаковой сигнализации для подготовки

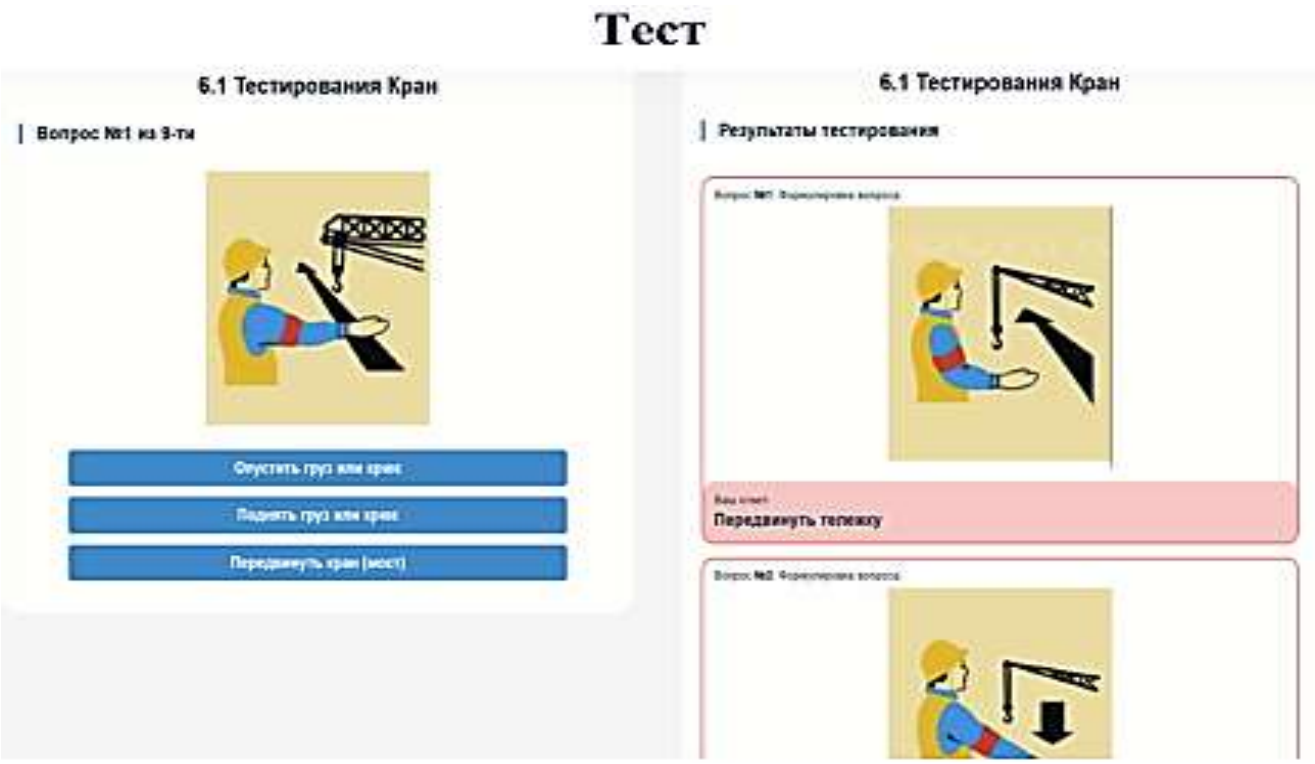


Рисунок 4 – Тестирование в приложении

Стоит отметить, что электронная система знаковой сигнализации способствует повышению уровня подготовки работников. С помощью визуальных и аудиосигналов, а также обучающих модулей, сотрудники могут быстрее осваивать правила безопасности и правильные методы работы с грузами.

Использование электронной системы позволяет сократить время на обучение новых сотрудников и повысить общую производительность труда, так как все участники процесса могут быстро адаптироваться к установленным стандартам и требованиям. В результате, внедрение такой системы не только улучшает безопасность, но и способствует повышению общей эффективности работы предприятия.

Контрольно-оценочные средства по знаковой сигнализации, разработанные в программе Visual Studio Code представляющая собой мощный инструмент для повышения безопасности и эффективности процессов подъема грузов (рисунок 5).

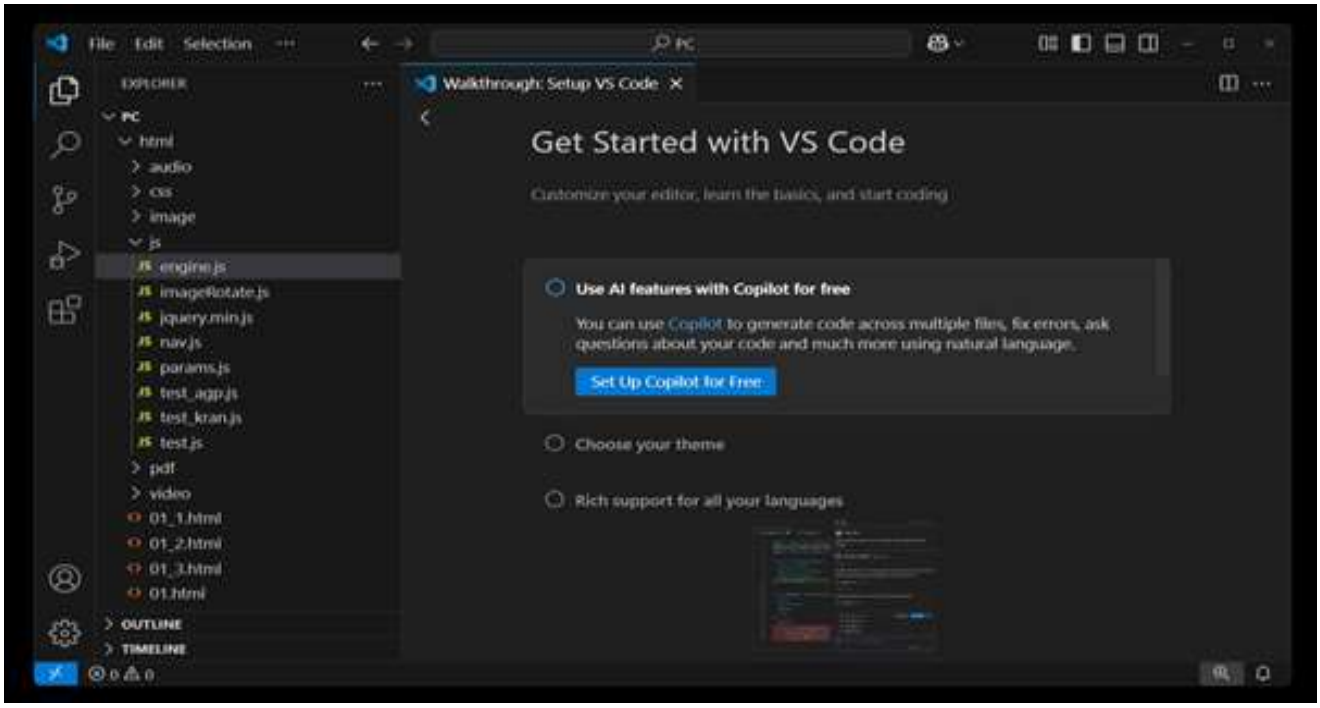


Рисунок 5 – Программа Visual Studio Code

Эта среда разработки позволяет создавать, тестировать и внедрять различные приложения и модули, которые могут использоваться для управления знаковой сигнализацией.

Во-первых, Visual Studio Code предоставляет широкий спектр возможностей для программирования, включая поддержку различных языков, таких как Python, JavaScript и других. Это позволяет разработчикам создавать адаптивные и многофункциональные системы, которые могут быть настроены под конкретные нужды предприятия.

Во-вторых, с помощью этой программы можно легко интегрировать контрольно-оценочные средства с другими системами, такими как базы данных или системы мониторинга. Это позволяет собирать и анализировать данные о выполнении знаковой сигнализации, что в свою очередь помогает в оценке эффективности и безопасности операций.

Кроме того, Visual Studio Code предлагает мощные инструменты для отладки и тестирования, что позволяет разработчикам быстро выявлять и исправлять ошибки в коде. Это критически важно для обеспечения надежности и точности работы системы знаковой сигнализации, так как любые сбои могут привести к серьезным последствиям.

Также стоит отметить, что в Visual Studio Code есть возможность использования расширений, которые могут добавлять дополнительные функции и улучшать пользовательский интерфейс. Это позволяет создавать более интуитивно понятные и удобные для пользователей интерфейсы, что способствует лучшему восприятию знаковой сигнализации.

Заключение

Внедрение цифровых технологий в образовательные программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки открывает новые горизонты для эффективного обучения и подготовки специалистов. Как показано в статье, традиционные методы усвоения информации часто не соответствуют современным требованиям, что подчеркивает необходимость перехода к более интерактивным и наглядным формам обучения. Разработка цифровых платформ и приложений, таких как система знаковой сигнализации, обеспечивает не только доступность и удобство обучения, но и способствует повышению уровня безопасности на производстве.

Использование мультимедийных элементов, таких как видео и интерактивные задания, значительно улучшает восприятие учебного материала, позволяя обучающимся быстрее осваивать необходимые навыки и знания. Важно отметить, что такие системы не только отвечают текущим потребностям рынка труда, но и предвосхищают будущие вызовы, обеспечивая подготовку высококвалифицированных специалистов, способных адаптироваться к быстро меняющимся условиям.

Цифровизация образовательных процессов является ключевым фактором в повышении конкурентоспособности как отдельных специалистов, так и целых предприятий. Внедрение инновационных технологий в обучение знаковой сигнализации и других областях способствует не только улучшению качества образования, но и повышению общей эффективности работы организаций в условиях современного информационного общества. Это подчеркивает важность дальнейшего развития и интеграции цифровых решений в систему дополнительного профессионального образования.

Библиографических список:

1. Кондрашкина А. А., Вахитова Р.Р. Образование и квалификации: стратегическое развитие и приоритетные проекты: монография. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 255 с.). – Нижний Новгород: НОО «Профессиональная наука», 2018.
2. Карамзина А. Г., Сильнова С. В. Системный анализ и моделирование процесса разработки программ дополнительного профессионального образования / А. Г. Карамзина, С. В. Сильнова // Вестник воронежского государственного университета. – 2021. – № 2. – С. 94-108.
3. Моштаков А. А., Боярова Г. А. Потенциал цифровизации в профессиональном развитии специалиста в новых условиях/ А. А. Моштаков, Г. А. Боярова // Человек и образование. – 2019. – № 4 (61). – С. 103-108.
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (в ред. 02.07.2021 № 351-ФЗ).
5. Вершинин С.И. Модель создания инновационного учебного комплекса профессионального образования в корпоративной системе. – Москва: Центр новых технологий, 2018. – С. 47.
6. Нотова С. В., Подосенова И. А. Система ДПО как основа непрерывного профессионального образования/ С.В. Нотова, И. А. Подосенова // Высшее образование в России – 2021. – Том 30. – № 8-9. – С. 134-143.
7. Воронин Б. А., Чупина И. П. Цифровизация в образовании как необходимый элемент подготовки современного специалиста/ Б. А. Воронин, И. П. Чупина // Аграрное образование и наука – 2019. – № 2. – С. 3.

УДК 622.261

Комплексный метод изоляции горных выработок от паропроявлений в условиях термошахтного способа разработки Ярегского месторождения

Белкину И. А.
Научный руководитель - Грунской Т. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

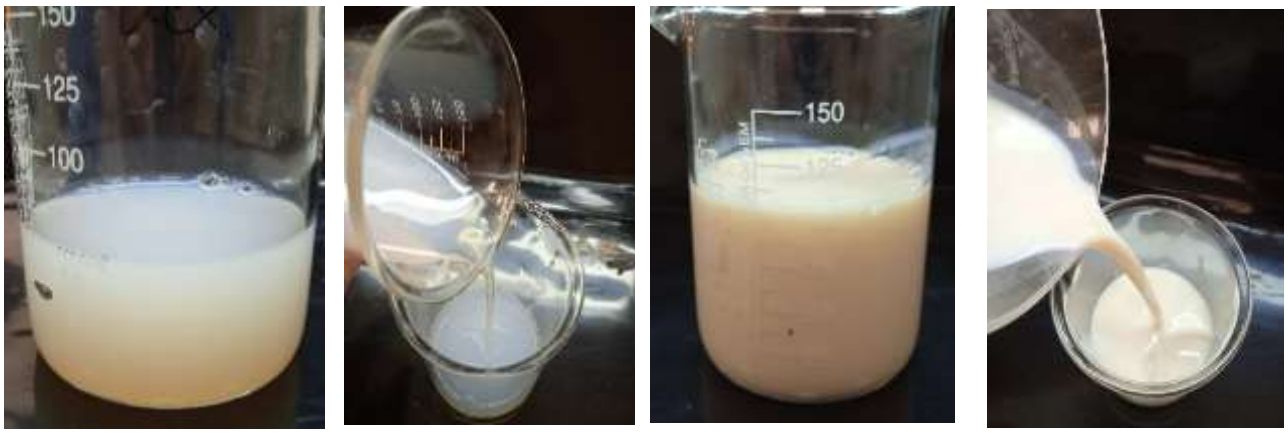
Ярегское нефтетитановое месторождение разрабатывается с помощью термошахтного способа, который предусматривает вскрытие залежи подземными горизонтальными скважинами и горными выработками. В процессе активной эксплуатации регулярны прорывы теплоносителя в полевые штреки нефтяных шахт. В результате выхода теплоносителя в действующие полевые штреки ухудшаются условия труда подземных работников, существует риск несчастного случая, в том числе и со смертельным исходом. Для изоляции трещин и мест проявления теплоносителя, предложен комплексный способ изоляционных работ различными составами: сначала в дальней зоне, затем в ближней зоне контура горной выработки в месте паропроявлений.

Для изоляции трещин и мест проявления теплоносителя, предлагается проведение комплексных изоляционных работ различными составами: сначала в дальней зоне, затем в ближней зоне контура горной выработки в месте паропроявлений. Разработанные силикатный и полимерный составы стойкие к высоким температурам.

Силикатный состав представляет собой низковязкий раствор наноразмерных частиц кремнезема, который при взаимодействии с отвердителем образует объемный гель.

Полимерный состав представляет собой низковязкую стабилизированную систему полимера, который при взаимодействии с отвердителем образует структурированный гель.

Внешний вид исходных составов представлен на рисунке 1.



Силикатный состав Полимерный состав

Рисунок 1 - Внешний вид исходных составов

Свойства составов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Свойства исходных составов

Параметр	Силикатный состав	Полимерный состав
Плотность, г/см^3	1,29	1,01
Вязкость при 5 с$^{-1}$, мПа*с	5,2	8,3
pH	9,5	8
Температура замерзания, ˚С	- 8	- 15

Оба состава (силикатный и полимерный) обладают низкой начальной вязкостью, что указывает на высокую проникающую способность в трещины-каналы горной породы в местах проявления теплоносителя.

Задачей полимерного состава является изоляция дальней зоны контура участка горной выработки с целью блокирования основных (крупных) каналов поступления флюида. Предварительная обработка крупных каналов поступления флюида из дальней зоны позволит проводить эффективную изоляцию ближней зоны ввиду того, что уменьшится движение флюида в системе трещин. Это обеспечит проникновение изоляционного состава в ближней зоне по большему радиусу.

Задачей силикатного состава является изоляция ближней зоны контура нефтешахт с целью блокирования мелких каналов выхода пара в системе трещин. Низкая вязкость и регулируемое время гелеобразования позволит максимально эффективно пропитать матрицу породы в ближней зоне контура нефтешахт.

Таким образом, для ликвидации паропроявлений и ограничении водопритока в зонах с низкой температурой предложены гелеобразующие наноструктурированные композиции, способные работать в интервале температур от +10 до +200 °С, в условиях заданной влажности.

На рисунке 2 приведены результаты исследований кинетики гелеобразования с использованием вибрационного вискозиметра двух композиций с двумя гелеобразующими компонентами – полимерным на основе МС 2000 S и неорганическим гелеобразующим компонентом и с добавлением полиола – глицерина. Значения вязкости композиций после термостатирования при температурах 90, 120 и 150 °С повысились с 44,2–65,8 до 3200–4300 мПа·с.

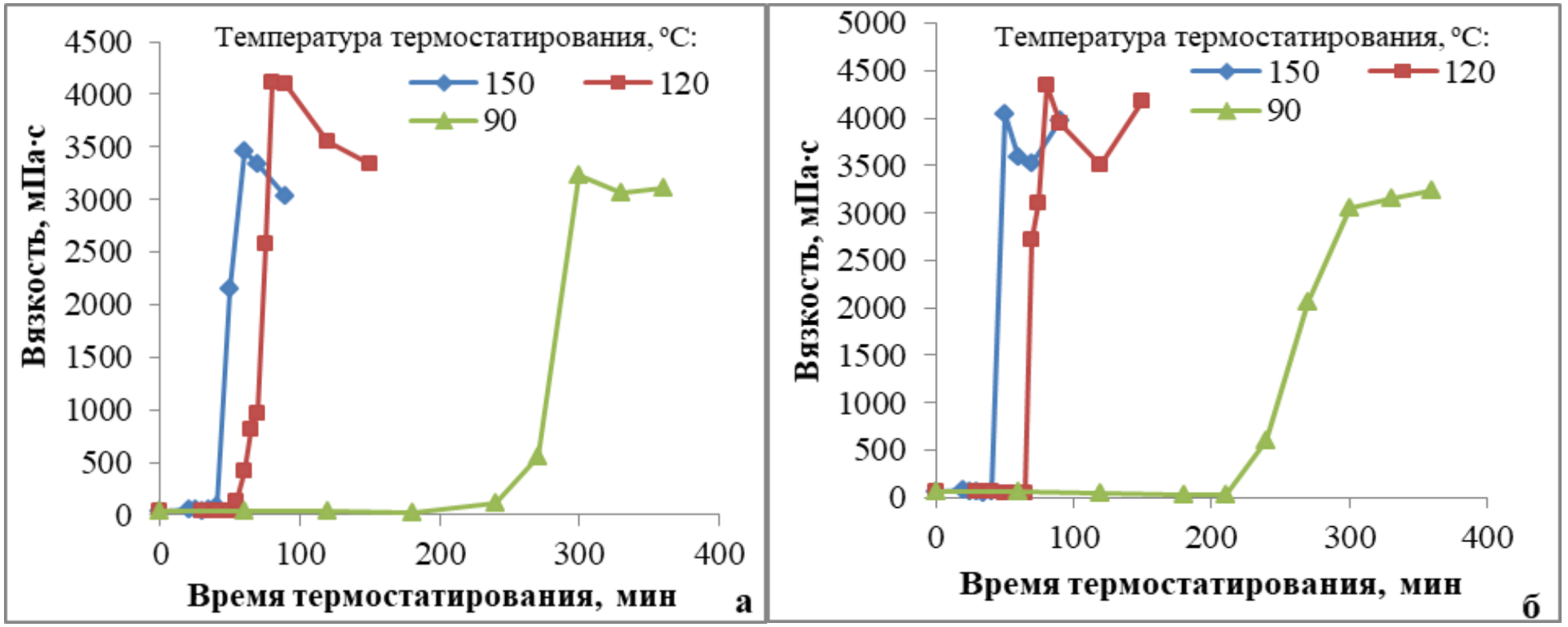


Рисунок 2 - Изменение вязкости (б) гелеобразующей наноструктурированной композиции с двумя гелеобразующими агентами – полимерным на основе МС 2000 S и неорганическим (а) и с добавлением полиола – глицерина (б) после термостатирования при различных температурах

Для ликвидации паропроявлений в области температур 70–200 °С использовали гелеобразующие наноструктурированные композиции с одним и двумя гелеобразующими компонентами – полимерным и неорганическим, содержащие метилцеллюлозу марки МС 2000 S с концентрацией 0–1,5 %, соли алюминия $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ – до 7,2 %, полиоксихлорид алюминия Аква-Аурат 30 (АА-30) – до 7,5 %, Бриллиант-50 (Бр-50) – до 4,5 %, уротропин 2–6 % и полиолы – пентаэритрит, глицерин, сорбит и маннит – от 0 до 30 %.

Наилучшие результаты показали композиции с двумя гелеобразующим компонентами. Максимальное значение вязкости наблюдается только в композициях с двумя гелеобразующими компонентами – полимерным МЦ и неорганическим – солью алюминия, в присутствии уротропина – активатора и регулятора температуры гелеобразования, при образовании структуры «гель в геле» в системах «МЦ – полиол – $AlCl_3$ – уротропин» и «МЦ – полиол – борная кислота – $AlCl_3$ – уротропин». В этом случае при повышении температуры в системе сначала образуется гель МЦ, а затем в ячейках его структуры формируется гель гидроксида алюминия, при этом вязкость геля кратно возрастает, максимально до 1200–1400 Па·с, в то время как в системе с одним гелеобразующим компонентов – до 200–400 Па·с (измерения проведены методом ротационной вискозиметрии). Предельное напряжение сдвига, характеризующее прочность гелей, увеличивается в 1,8–10,2 раза для наноструктурированных композиций с двумя гелеобразующими компонентами. Для гелей, полученных из гелеобразующих композиций на основе неорганической системы, предельное напряжение сдвига составляет от 97,7 до 525,2 Па. Предельное напряжение сдвига гелей, полученных из растворов гелеобразующих композиций с двумя гелеобразующими агентами, составляет в зависимости от концентраций МЦ и глицерина, от 817,7 до выше 2262 Па.

Для ликвидации паропроявлений и ограничения водопритока в широкой области температур – от низких (10–40 °С) до высоких (70–200 ºС) разработаны гелеобразующие составы с двумя гелеобразующими компонентами – полимерным и неорганическим, и реагентами, регулирующими время гелеобразования и реологические характеристики гелей, в частности, композиции на основе МЦ и солей алюминия, ПВС и солей алюминия, образующие непосредственно в пласте наноструктурированные системы типа «гель в геле» с улучшенными прочностными и реологическими характеристиками.

Библиографический список:

1. Фомин А.И., Грунской Т.В. Определение критериев эффективности составов смесей для ликвидации прорывов пара в полевые штреки нефтешахт // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. СИБРЕСУРС 2024. Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2025. С. 115.1-115.5. Текст: непосредственный.
2. Грунской Т.В. Разработка составов для комплексного метода изоляции полевых штреков для нормализации температуры рудничной атмосферы нефтешахт // Инновации в технологиях и образовании. Сборник статей XVII Международной научной конференции. Кемерово, 2024. С. 124-128. Текст: непосредственный.
3. Грунской Т.В., Белкин И.А. Исследование источников тепловыделений, формирующий нагревающий микроклимат в уклонных блоках нефтешахт // Современные проблемы развития Европейского Севера. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией Р.В. Агиней. Ухта, 2023. С. 114-116. Текст: непосредственный.
4. Фомин А.И., Шевченко Л.А., Грунской Т.В. Улучшение температурного режима на рабочих местах в условиях термошахтной добычи высоковязкой нефти Ярегского месторождения // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 7 (247). С. 12-17. Текст: непосредственный.

УДК 614.843

Повышение промышленной безопасности на объектах хранения нефти

Витязева Г. В.
Научный руководитель - Нор Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Промышленная безопасность объектов хранения нефти и нефтепродуктов долгие годы является одной из актуальных задач, стоящих перед пожарной охраной. Тушение пожаров в резервуарных парках требует больших расходов воды и огнетушащего вещества для защиты горящего и соседних резервуаров, большого количества личного состава и техники. Эти пожары труднотушимы, носят затяжной характер, приводят к значительным материальным ущербам, сопровождаются сильными тепловыми потоками, распространяющимися на большие расстояния [2]. Это актуализирует поиск новых решений для повышения пожарной безопасности при хранении нефти в резервуарах.

Данные Ростехнадзора показывают следующую статистику по виду места возникновения аварий: на насосных нефтепроводов – 10 %, на нефтепромыслах – 14 %, на нефтеперерабатывающих заводах – 28%, а на нефтебазах зафиксирована наибольшая доля аварий – 48 %. Основными источниками инициирования взрывов в резервуарных парках являются [1]:

1. самовозгорание паров нефти, фракционные искры (45,9 %);
2. огневые и ремонтные работы (23,5 %);
3. неисправность электрооборудования (11,7 %);
4. статическое электричество (9,7 %);
5. атмосферное электричество (9,2 %).

Был произведен анализ основных возможных причин возникновения аварий и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий в РП. Данные представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Перечень основных возможных причин возникновения аварий и факторов, способствующих их возникновению и развитию

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий	Возможные причины аварий
1) Обращение в технологическом процессе значительных количеств легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. 2) Способность паров опасных веществ образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. 3) Содержание большого количества опасного вещества в единичном оборудовании. 4) Высокая концентрация оборудования и коммуникаций. 5) Значительная производительность насосных агрегатов. 6) Большое количество запорной и регулирующей арматуры и большая протяженность участков трубопроводов. 7) Применение в технологическом процессе реагентов, обладающих токсичностью, опасной для человека.	1) Отказы и неполадки технологического оборудования (нарушение герметичности трубопроводов, отказы арматуры и разъемных соединений, разгерметизация емкостного оборудования). 2) Отказ систем контроля и систем противоаварийной защиты объекта. 3) Ошибочные действия персонала. 4) Причины, связанные с «внешними» воздействиями.

Изучив патентные разработки в рассматриваемой области, был выбран патент «Способ тушения пожаров на крупных резервуарах с ЛВЖ и ГЖ и устройство для его осуществления», поскольку его технические характеристики являются наиболее инновационными.

Изобретение относится к нефтехимической промышленности и касается ликвидации аварий, возникающих на резервуарах емкостью от 5 до 260 тыс. $м^3$ с ЛВЖ и ГЖ, результатом которых является пожар горючих жидкостей.

Автор предлагает поэтапный способ тушения с использованием лафетных стволов с гидравлическим управлением. Высчитывается необходимое количество устройств тушения и этапов. Устройства программируются до начала тушения пожара. Оператор создает программу, которая хранится в памяти устройства и применяется при необходимости. По сигналу «Пожар» от автономной системы сигнализации пожара в резервуаре включаются насосы и раствор пенообразователя поступает в гидросистему [3].

Во время пожара лафетные стволы синхронно меняют угол, и стягиваются к центру по заранее заданному промежутку времени. Таким образом, пена охватывает всю площадь горения и эффективно справляется с возгоранием.

Частные случаи использования способа предполагают, во-первых, подачу огнетушащей пены кратностью Кп = 30±10 и, во-вторых, диапазон синхронных углов поворота устройств тушения для струй огнетушащей пены на каждом этапе тушения равным от 30 до 90 град.

Соблюдение предлагаемой технологии тушения пожаров ГЖ на крупных резервуарах позволяет не только обеспечить эффективное тушение пожара за короткое время, но и существенно снизить расход пенообразователя на процесс тушения.

Был произведен расчет необходимых параметров для РВС-5000 со стационарной крышей согласно расчетам приведенных автором патента. Итого для осуществления предлагаемого способа необходимо 4 лафетных ствола и тушение будет проходить в 7 этапов. На рисунке 1 схематично изображен способ тушения с указанием начального угла, расстояния между лафетными стволами и их расположением.

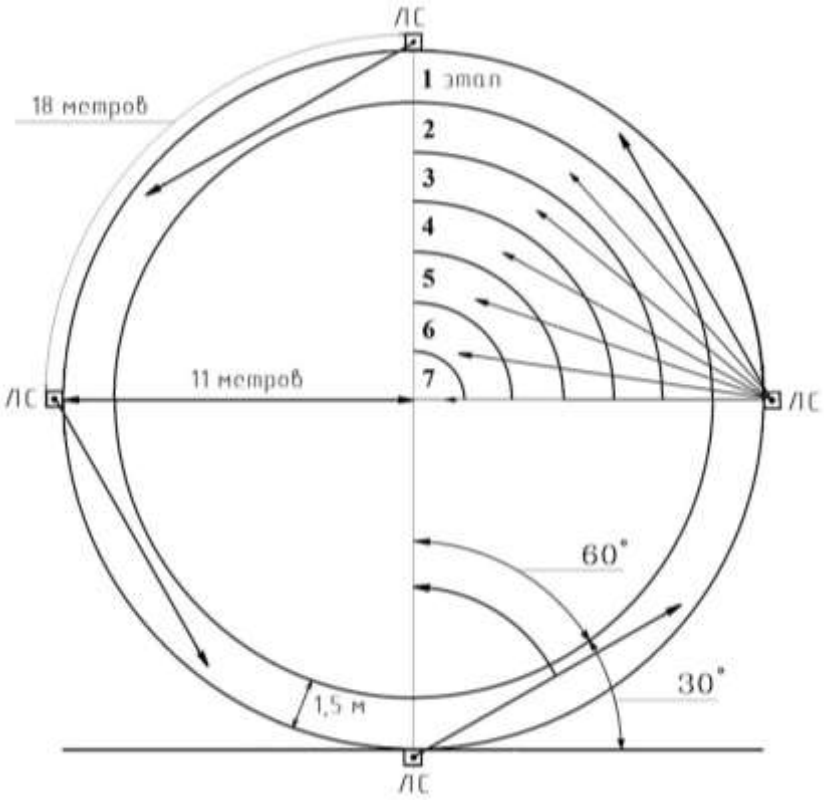


Рисунок 1 – Схема реализации поэтапного способа пожаротушения на РВС-5000

Был произведен расчет показателей времени тушения для рассматриваемого объекта, а конкретно продолжительность каждого этапа, угол поворота лафетных стволов на каждом этапе и скорость выполнения поворота. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные значения времени тушения пожара на РВС-5000

№ этапа	Угол поворота стволов, градусы	Время поворота (продолжительность этапа), с	Скорость перемещения стволов, мм/с	Скорость перемещения пенных струй м/с
1	Неподвижны (начальный угол = 30)	108	0	0
2	40	78	1,229	0,0694
3	50	60	1,536	0,0867
4	60	34	2,867	0,1619
5	70	21	5,375	0,3036
6	80	11	10,75	0,6071
7	90	5	0	0

Итого время тушения составит 317 секунд, что равняется 5 минутам 28 секундам (при нормативном времени тушения пожара на РВС 5000 порядка 10 - 15 мин).

По действующим нормативным документам удельный расход пенообразователя порядка 3,6 л/м^2 площади пожара [4]. Соответственно, на тушение РВС 5000 необходимо порядка 2,6 тонн пенообразователя (+ обязательный запас 5,2 тонн). На тушение пожара по предлагаемому способу требуется всего порядка 1,36 тонны пенообразователя. И в силу высокой эффективности тушения пожара по предлагаемой технологии, можно отказаться или, по меньшей мере, вдвое сократить запас дополнительно требуемого пенообразователя. Таким образом, время тушения составит 5,28 минут и потребуется 1,36 тонн пенообразователя.

Библиографический список:

1. Надзор за объектами нефтегазового комплекса [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/, свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 15.02.2025).
2. Цурикова, Н. А. Анализ пожаров в резервуарных парках [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://moluch.ru/conf/stud/archive/496/18075/, свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 20.02.2025).
3. Патент № RU2690634C1 Российская Федерация. Способ тушения пожаров на крупных резервуарах с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и устройство для его осуществления [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://yandex.ru/patents/doc/RU2690634C1_20190604, свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 29.02.2025).
4. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ [Электронный ресурс] / Справочно-правовая система КонсультантПлюс.

УДК 331.45

Совершенствование процедуры проведения экспертизы промышленной безопасности объектов хранения нефти на примере ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»»

Майер Ю. Ю., Майер Н. А.
Научный руководитель - Нор Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В современном производстве обеспечение промышленной безопасности является ключевым аспектом для предприятий, занимающихся хранением и переработкой нефти. Настоящее исследование анализирует процедуру экспертизы промышленной безопасности на примере ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО». Исследование включает изучение шагов процесса экспертизы на основе таблицы запросов, предоставленной компанией (рис.1). Ключевым результатом анализа

стала структура контроля за проведением экспертизы, где указаны сроки проверок и эксплуатации оборудования. Зелёным цветом отмечены своевременные проверки, красным — ситуации, требующие немедленной реакции. Результаты могут помочь оптимизировать процедуры экспертизы, повысив безопасность работников и снизив риски чрезвычайных ситуаций.

Проблема бумажного документооборота включает сложности хранения документов, что требует эффективной системы для быстрого доступа к информации. Недостатки бумажного документооборота, такие как риск потерь и повреждений документов, могут затруднить деятельность организации. Экспертиза документооборота — многоэтапный процесс, включающий подготовку, сбор и анализ документации, определение целей, осмотр объектов и лабораторные исследования. Заключение экспертизы содержит результаты исследований и рекомендации по улучшению ситуации. Оценка технического состояния оборудования основывается на соблюдении стандартов безопасности и выявлении дефектов. Регулярные проверки необходимы для надежной работы оборудования.

В исследовании был внедрён экспериментальный подход с использованием цифрового мобильного приложения для оценки эффективности по сравнению с традиционными методами. Сравнительный анализ показал, что поиск документов традиционным методом занимает 20 минут. Обработка информации занимает 10 минут, составление заключения — 3 минуты, согласование с заказчиком — 10 минут. Необходимость усовершенствования методов оценки технического состояния оборудования с использованием цифровых технологий подтверждается полученными данными. Дальнейшие исследования помогут изучить преимущества и недостатки нового подхода, что повысит эффективность экспертизы.

Цифровое мобильное приложение для обработки документов обеспечивает высокую производительность (98,88%) и выполняет все этапы работы за 50 минут. Его цель — создать централизованную систему для универсального доступа к документам и отчетам, а также предоставить пользователям удобный инструмент для управления информацией. Сравнительный анализ показывает, что приложение существенно сокращает время выполнения задач по сравнению с традиционными методами. Мобильный доступ позволяет пользователям работать в любое время и в любом месте, повышая гибкость рабочего процесса. Внедрение цифровых технологий увеличивает эффективность и безопасность работы. Преимущества цифровизации включают быструю обработку, автоматизацию рутинных операций и надежное хранение данных с защитой от потерь.

Цифровые системы упрощают поиск информации и повышают прозрачность данных, что улучшает обмен информацией и совместную работу. Цифровая документация способствует соблюдению законодательных требований и обеспечивает прозрачность процессов благодаря онлайн-доступу, повышая производительность и снижая риски. В статье рассматривается важность цифровой документации и использование облачных хранилищ в современных информационных технологиях. Системы управления документами становятся неотъемлемой частью организаций, однако их внедрение может сопровождаться проблемами, такими как нарушение конфиденциальности данных и зависимость от качества интернет-соединения. Ограничения бесплатных планов также могут затруднить масштабирование. Преимущества систем включают удобное хранение, структурирование документов и быстрый доступ к информации. Специализированные приложения, такие как SharePoint и Alfresco, помогают эффективно управлять правами доступа. Однако внедрение новых систем требует затрат на обучение и лицензии, а также несет риски потери данных из-за сбоев. Специализированные приложения оптимизируют рабочие процессы, но имеют недостатки, такие как высокие затраты и ограниченная применимость вне отрасли.

Разработанное нами приложение предлагает более широкий функционал и удобство использования, что делает его универсальным инструментом для бизнеса(рис.2). Управление документами включает создание, редактирование, хранение и поиск документов с интуитивным интерфейсом и возможностью работы в реальном времени, что повышает эффективность. Продвинутая система поиска, по ключевым словам и метаданным, сокращает время доступа к информации и увеличивает производительность работы.

№ п/	№	Рег. №	Место установки	Д. мм.	S, мм.	L, мм.	Дата ввода	Категория	Марка стали	Покрытие	Периодичность	Давление	Температура рабочая. С	Продукт	проведение ЭПБ	срок ЭПБ
ЦПС, Северное-Хоседаю																
1	1	715	Линия входа газа от УПН+ пермиат 2 ступени (проходит по площадке КСНД)	426	18	89,0	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	НСЖ	12.07.2024	12.07.2026
2	2	716	Линия газа низких ступеней УПН на КСНД (16-PV-13002-1.6B-EP; 10-PV-13002-1.6B-13S-EP	426	8	72,5	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	газ	20.08.2022	20.08.2022
3	3	717	Линия пермеата от станции подготовки ПНГ на КСНД (12-PV-13001-1.6B-13S-EP)	325	8	156,0	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	газ	12.07.2024	12.07.2026
4	4	718	Выход газа от КСНД на станцию подготовки ПНГ (через БПРТГ) (4-PV-13003-1.6B-13S-EP; 6-PV-13003-1.6B13S-EP)	159	6	174,5	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	газ	12.07.2024	12.07.2026
5	5	719	Выход газа от КСНД на факел низкого давления	219	8	38,2	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	газ	20.04.2023	20.04.2025
6	6	720	Выход газа от КСНД на свечу (2-VA-13001-0.07B-13S-NI)	57	6	52,5	2018	Б(а), II	13ХФА	ПС0203	20,0	1,0	от +40 до +60	газ	13.08.2022	13.08.2024

Рисунок 1 - Перечень работ

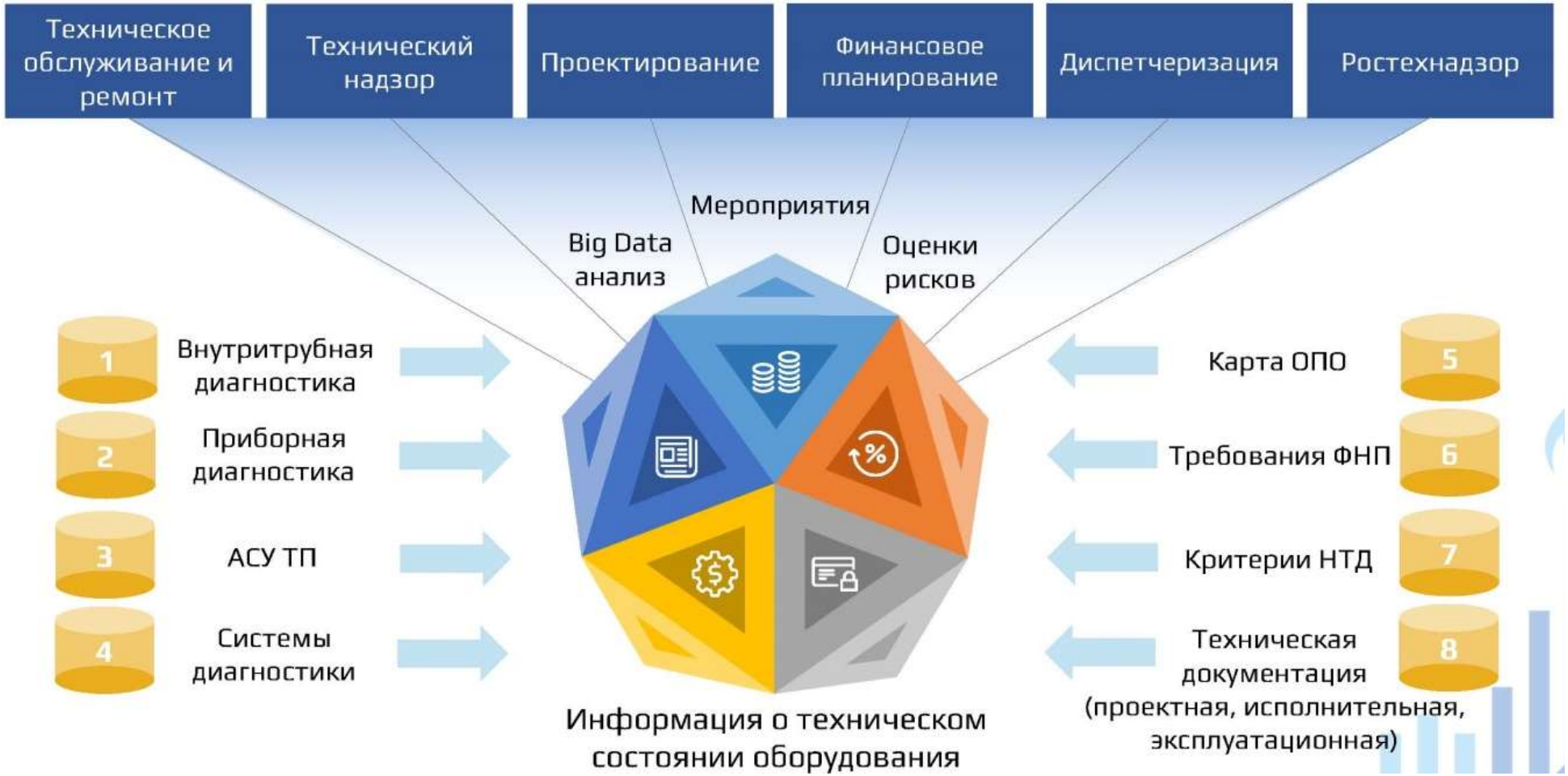


Рисунок 2 - мобильное приложение

Использование приложений с функционалом назначения сроков, отслеживания прогресса задач и отправки уведомлений оптимизирует рабочие процессы и контролирует выполнение задач. Ключевым элементом является аналитика и отчетность, позволяющие собирать и анализировать данные для обоснованного принятия решений, повышая информированность руководства. Главное достоинство приложения — удобство оцифровки и загрузки документов с помощью камеры смартфона или сканера, что ускоряет процесс и экономит время. Функционал приложения также включает оптимизацию проверки документов на соответствие нормам и стандартам с автоматизированным механизмом, что снижает затраты времени и ресурсов. Анализ рисков и выявление угроз безопасности документов критически важны для соблюдения законодательных требований. Интеграция данного функционала улучшает управление цифровой документацией, повышая безопасность и оперативность работы с документами. Генерация отчетов о соответствии, рисках и рекомендациях также является важным элементом приложения, обеспечивая прозрачность экспертиз для всех участников процесса.

Некоторые компании продолжают использовать традиционные методы, такие как Excel и бумажная документация, из-за опасений перед изменениями. Однако отсутствие прогресса в цифровизации может привести к нарушениям законодательства, штрафам и ужесточению контроля со стороны органов.

Библиографический список:

1. Приказ Ростехнадзора № 538 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности" от 14 ноября 2013 года.
2. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов». Утверждены Приказом Ростехнадзора от 06.11.2013 № 520 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 1, 06.01.2014.
4. Постановление Правительства РФ от 04 июля 2012 г. N 682 "О лицензировании деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности") Постановление (ред. от 30.05.2017)
5. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 ноября 2013 года № 559 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов" (ред. от 18.09.2017) [Электронный ресурс]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/499061805 .
6. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 марта 2013 года № 101 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (ред. от 12.01.2015) [Электронный ресурс]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/499011004.

УДК 62-5:504.062.2(470.13)

Анализ причин и последствий крупных техногенных катастроф в Республике Коми в 2023 году

Москаленко А. Е.
Научный руководитель - Полина И. Н.
Сыктывкарский Лесной Институт, г. Сыктывкар, Россия

Аннотация. В статье проведен анализ причин и последствий крупных техногенных катастроф, произошедших в Республике Коми в 2023 году. Исследованы основные факторы, способствовавшие возникновению чрезвычайных ситуаций, включая технические, организационные и человеческие аспекты. Особое внимание уделено оценке экологического ущерба и его влиянию на природную среду региона. Представлены результаты анализа социально-экономических последствий для местного населения и предприятий.

Abstract. The article presents a analysis of the causes and consequences of major technogenic disasters that occurred in the Komi Republic in 2023. The main factors contributing to the emergence of emergency situations are investigated, including technical, organizational and human aspects. Particular attention is paid to assessing environmental damage and its impact on the natural environment of the region. The results of analyzing the socio-economic consequences for the local population and enterprises are presented.

Ключевые слова: техногенные катастрофы, Республика Коми, экологический мониторинг, промышленная безопасность, экономический ущерб, охрана окружающей среды, восстановление экосистем.

Keywords: technogenic disasters, Komi Republic, environmental monitoring, industrial safety, economic damage, environmental protection, ecosystem restoration.

В последние десятилетия мир сталкивается с нарастающей угрозой техногенных катастроф, которые имеют последствия как для экосистем, так и для общества в целом. Республика Коми, обладая богатейшими природными ресурсами и развитыми промышленными отраслями, не стала исключением. В 2023 году регион пережил ряд техногенных катастроф, которые привлекли внимание как местных, так и федеральных властей, а также общественности.

Актуальность исследования обусловлена не только необходимостью понимания причин, приведших к таким инцидентам, но и важностью изучения опыта борьбы других государств с подобными ситуациями.

В 2023 году Республика Коми столкнулась с несколькими техногенными катастрофами, каждая из которых имела свои причины. Идентификация ряда факторов, способствующих их возникновению, важно для понимания глобальной картины техногенной опасности региона.

Одной из главных причин техногенных катастроф в Коми является особенности географического положения. Республика расположена в северной части России, что делает её уязвимой к изменениям климата. Неблагоприятные погодные условия оказывают разрушительное воздействие на производственное оборудование [1 с.45].

Так же техническое состояние инфраструктуры представляет собой критический элемент в совокупности причин. Многие станки и установки являются продуктом зарубежных партнеров. Воздействие внешних факторов и интенсивная работа привели к поломке запчастей, доступ к большинству которых оказался закрыт в связи с сложившейся ситуацией.

Разливы нефти представляют собой одну из наиболее серьезных экологических проблем, с которой встречается Республика Коми. Регион вновь столкнулся с негативными последствиями, связанными с утечками нефти, что вызвало значительный урон не только экосистеме, но и качеству жизни населения. По данным МЧС и других надзорных органов, в Республике Коми зафиксировано 23 инцидента, связанных с разливом нефти и загрязнением окружающей среды нефтепродуктами. Общая площадь загрязнения составила 3,7 гектара. Превалирующая часть случаев,65% происшествий зафиксированы на территории нефтедобывающих предприятий. 25% и 10% произошли на нефтедобывающих установках и при транспортировке соответственно. Большинство инцидентов,60%, носило локальный характер. [3 с. 37].

Была составлена статистика, отражающая процентное соотношение техногенных катастроф, связанных с нефтью в Республике Коми. По типу повреждений было выявлено 4 ключевые причины: 45% от общего числа составил износ оборудования. 30% аварий по данным МЧС произошло по вине человеческий фактора. Нарушение технологического процесса стало причиной 20% происшествий. Оставшаяся часть пришлась на природные факторы [2 с.150].

Усинский район стал в отрицательном смысле рекордсменом по техногенным происшествиям в 2023 году. 40 % ситуаций пришлось именно на эту территорию. Ижемский район фигурировал в 30% случаев. Остальная часть пришлась на другие районы Республики. Причиной того, что эти два района наиболее подвержены техногенным катастрофам является факт, что именно здесь располагаются наиболее крупные промыслы. Географические и климатические условия увеличивают риски происшествий.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Республики Коми на начало 2024 года в реестре загрязненных территорий Республики Коми числится 1706 участков с общей площадью 2153,5 гектара, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Из них на площади 1877,9 гектара уже проведены работы по ликвидации загрязнений и восстановлению земель. Важно отметить, что в 2023 году впервые за несколько лет были обнаружены пробы с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в зоне влияния объекта накопленного вреда окружающей среде [3 с. 38].

Первым шагом к пониманию воздействия таких инцидентов является анализ условий, способствующих распространению нефти в окружающую среду. Основываясь на статистике МЧС 2023 года, разливы чаще всего происходят в результате разрушения трубопроводов, аварий на нефтедобывающих установках или при транспортировке.

Большая часть территории Республики Коми покрыта густыми лесами, имеющими важное значение для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций.

Нефть, попадая в почву и водоемы, приводит к изменениям в химическом составе экосистем. Различные углеводороды, содержащиеся в нефти, токсичны для многих видов. Водные экосистемы, такие как реки и озера, сразу же начинают испытывать негативные последствия: гибнут рыбы, водоросли, а также микробные сообщества, играющие важную роль в очистке водоемов. Также подобные ситуации влекут за собой изменения климатических условий региона [4 с. 58]. Нанесенный растительному покрову вред может привести к увеличению уровня углекислого газа в атмосфере, поскольку деревья, поглощающие углерод, гибнут.

Касаясь вопросов здоровья, важно отметить, что разливы нефти могут оказывать как непосредственное, так и побочное влияние на здоровье населения. Токсичные испарения вызывают аллергические реакции и хронические заболевания дыхательных путей, а загрязненная вода может стать источником инфекций и заболеваний [5 с.508].

2 июля на территории округа Усинск произошел масштабный разлив нефти. Утечка возникла из-за отказа трубопровода на Южно-Ошском месторождении, принадлежащем нефтедобывающей компании ООО «Нобель-Ойл». Согласно данным прокуратуры Коми, нефтесодержащие продукты растеклись по рельефу местности в сторону уклона и попали в реку Колву в одном километре от четвертого Колвинского моста.

На территории Усинска был введен режим «повышенная готовность». По словам руководителя Росприроднадзора Светланы Радионовой, в реку могло вытечь около 1000 кубометров нефти, однако при дальнейшем исследовании было установлено, что объем вытекшей нефтесодержащей жидкости составил 1500 кубометров. Нефтепродукты оказались в реке Колве и растянулись на протяжении 5 км масляными пленками, загрязнение распространилось ниже по течению. Согласно плану ликвидации последствий аварии, было установлено 850 метров боновых заграждений, проводилась круглосуточная уборка 1,2 гектара загрязненных территорий. Была привлечена 21 единица техники и 122 человека. Собрано около 8 кубометров нефтесодержащей жидкости из 1500 и 1,6 гектара территории, что превысило количество загрязненных почв [6 с. 47].

Разлив нефти на Южно-Ошском месторождении привел к серьезным экологическим и материальным последствиям.

Сумма ущерба лесному фонду составила более 25 млн рублей, а почве, как было сказано выше 1,2 гектара. Учитывая территориальное положение разлива и ликвидации последствий можно судить о вероятном отравление рыбы в донных отложениях, угрозе для птиц и земноводных и риске накопления нефтепродуктов в экосистеме.

Причиной данной техногенной катастрофы стал износ системы трубопровода на Южно-Ошском месторождении. Согласно отчету МЧС, за 2023 год отмечается рост количества инцидентов на 27% в сравнении с 2022 годом. Это связано с тем, что большинство компаний игнорируют необходимость своевременного закрытия месторождений из-за стремления максимизировать прибыль. 45% производств превышают установленные проектом сроки эксплуатации месторождений.

С такими же обстоятельствами сталкивается ряд других стран. Проанализировав ситуацию и опыт зарубежных партнеров, наиболее эффективные методы борьбы были разработаны в Норвегии. Их инновационные подходы представляют собой комплексный подход к проблеме, сочетающие в себе государственное регулирование, экономические рычаги давления и технологические внедрения. Для борьбы был создан специальный фонд мониторинга, которые не только контролирует сроки эксплуатации, но и проводит эксперименты с «цифровыми двойниками», которые созданы с целью прогнозирования износа оборудования. Также государство ужесточило штрафы для компаний, превышающих сроки эксплуатации. Внедряются методы плавного снижения добычи полезных ископаемых перед закрытием и разрабатываются методы для более полного извлечения нефти. Выделяются финансы для поддержки проектов, занимающихся разработкой безопасных способов ликвидации месторождений.

Используемые подходы привели к положительным результатам. Техногенные аварии снизились на 42%. Эффективность добычи увеличилась на 25%, а затраты на поддержание компаниями старых месторождении упали на 30%.

Опыт Норвегии может стать хорошим примером борьбы с техногенными катастрофами для России. Подобные методы применяются мало и используются на месторождениях, работающих в партнерстве с зарубежными компаниями.

Однако, несмотря на все технологические достижения, человеческий фактор продолжает оставаться одним из ключевых элементов в цепи безопасности.

Взрыв нефтяного резервуара в районе поселка Верхнеколвинск является наиболее показательным примером, где основополагающей причиной стала ошибка персонала.

Нарушение правил безопасности при проведении работ по внутренней очистке опустошенного резервуара подрядной организацией «Эколайф» послужило причиной сложившейся ситуации**.** Произошла детонация остаточных газов в резервуаре. О конкретных причинах взрывах не сообщалось, однако основываясь на информации и исследовании А.Н Баратова и В.И. Смирнова, [6 с.49] можно предполагать о пяти вариантах причин: образовавшееся статическое электричество, недостаточное вентилирование резервуара, возникшие механические искры, тепловое воздействие на сосуд и возникшая химическая реакция. По мнению авторов, наиболее частая возникающим катализатором катастрофы становится статическое электричество, являющееся самым критически опасным для человека. Однако отмечается, что при сочетании нескольких факторов риск детонации возрастает в 3-5 раз.

В результате происшествия пострадало два человека: мужчина 43 лет погиб, мужчина 38 лет попал в больницу с ожогами 30% тела. Для ликвидации возгорания и защиты соседних резервуаров было привлечено 18 единиц техники и 51 сотрудник мчс.

В следствии инцидента экологии региона был нанесен вред. Современные материалы выделяют различные продукты горения, несущие ущерб окружающей среде (CO_2, NO_x, SO_2) [7 с.46-48]. Помимо нанесения вреда атмосфере, выделяемые вещества наносят весомый вред почве, окружающей очаг пожара.

Человеческий фактор и нарушение технологических процессов подрядчиками выступают еще одной причиной техногенных катастроф.

Не смотря на ужесточение контроля деятельности и сертификации подрядных организаций со стороны Российского государства, проблема все еще остается актуальной. Соединенные Штаты Америки активно используют на своей территории инновационную систему решения для подобных ситуаций. В случае необходимости использования сил подрядчика на месторождениях, нанимаются не отдельные организации, а находящиеся в консорциуме компании. Обмен опытом позволяет более эффективно решать возникающие проблемы. В рамках подобных промышленных проектов создаются новые стандарты качества деятельности и рекомендации, тем самым создавая коалиции из менее масштабных проектов в более крупные и разноплановые. С человеческим фактором эффективно борются многоступенчатыми методами обучения персонала через симуляцию аварийных ситуаций, четкое распределение обязанностей, системой поощрения безопасного поведения и специальными тренингами. Также многие процессы на месторождениях автоматизируются и контролируются удаленно.

В заключение данной работы следует отметить, что техногенные катастрофы в Республике Коми в 2023 году нанесли серьезный многоаспектный ущерб. Негативные следствия затронули и деятельность расположенных на территории компаний, и жизнь людей, проживающих в городах активно взаимодействующих с добычей полезных ископаемых.

Экологические последствия разливов нефти оказывают разрушительное воздействие на экосистему региона. Важно отметить, что восстановление потребует значительных временных и финансовых ресурсов, а также комплексного подхода к реабилитации пострадавших территорий. Это подчеркивает необходимость разработки и внедрения эффективных программ по охране окружающей среды и восстановлению природных ресурсов. Важно, чтобы все заинтересованные стороны — от государственных структур до гражданского общества — работали совместно для создания более безопасной и устойчивой среды для жизни и работы в Республике Коми. Таким образом можно минимизировать риски и последствия техногенных катастроф, обеспечивая благополучие и безопасность будущих поколений.

Библиографический список:

1. Министерство развития промышленности и транспорта Республики Коми. Доклад об основных факторах техногенных рисков в Республике Коми / Сыктывкар: Министерство развития промышленности и транспорта Республики Коми, 2023. - 45 с.
2. ЧС России. Статистический ежегодник чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации за 2023 год / МЧС России. – Москва: МЧС России, 2024. – 150 с.
3. Государственный доклад об охране окружающей среды Республики Коми за 2023 год / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Коми. – Сыктывкар: Минприроды Республики Коми, 2024. – 162 с.
4. Петрова, Е.М. Климатические изменения в Республике Коми под влиянием техногенных факторов / Е.М. Петрова // Метеорология и гидрология. – 2022. – №5. – С. 56-68.
5. Савилов Е.Д., Анганова Е.В., Ильина С.В., Степаненко Л.А. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз. – С. 507-512.
6. Баратова, А.Н. Анализ причин детонации остаточных газов в резервуарах хранения нефти / А.Н. Баратова, В.И. Смирнов // Нефтяное хозяйство. - 2020. - №3. - С. 45-52.
7. Лапина, Н.В. Токсикологическая характеристика продуктов горения современных строительных материалов // Безопасность жизнедеятельности. - 2020. - №6. - С. 44-51.

УДК 614.843

Районирование территорий Заполярной тундры по степени негативного воздействия на природную среду от разливов нефти путем разработки гидродинамической модели разливов нефти на поверхности суши и применения экспертных технологий для учета других влияющих факторов

Пименов М. К.
Научный руководитель - Грунской Т. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Районирование – важный метод зонирования территорий по конкретным признакам, «Это наиболее надежный путь к управлению территориальной организацией совокупностей явлений в природе и обществе» [Краснов и др., 2009]. Его применение в задаче оценки степени негативного влияния на природную среду от разливов нефти позволяет представить большой массив результатов расчетов в удобном для восприятия и анализа виде. В работе представлен метод районирования территорий Заполярной тундры применимый как для крупных территорий, для локальных объектов – месторождений, 9 резервуарных парков так и линейных объектов – нефтепроводов. Метод апробирован на территории Республики Коми, а также для нефтепровода «Уса – Ухта», расположенного на его территории, в более детальном разрешении. По результатам районирования сделаны выводы о необходимом расположении средств ликвидации разливов нефти в этом регионе.[1]

Аннотация. В статье рассматриваются процессы, сопровождающие аварийные разливы нефти на поверхности суши в условиях тундры. Разработана гидродинамическая модель, включающая процессы растекания, фильтрации и испарения. Предложен численный подход на основе уравнения диффузии и закона Дарси. Проведены лабораторные и натурные эксперименты. Полученные результаты позволяют оценивать масштабы загрязнений и разрабатывать превентивные меры для охраны окружающей среды в северных регионах.

Введение. Проблема разливов нефти на севере России является крайне актуальной в условиях экстремального климата и удаленности территорий. Анализ статистических данных показывает устойчивую долю аварий на трубопроводах в районах Крайнего Севера, включая Республику Коми. Основной целью исследования является создание научно обоснованной модели распространения нефти при аварийных утечках, с учётом природных и геофизических факторов.

Объект исследования. Негативное влияние аварийных разливов нефти на природную среду территорий Заполярной тундры, включая приливные осушки рек.

Предмет исследования. Процессы растекания, фильтрации в грунт и испарения нефти в атмосферный воздух, происходящие при аварийных разливах, факторы рельефа местности и наличия водных объектов и их влияние на масштабы воздействия на природную среду.

Цель исследования. Районирование территорий Заполярной тундры по степени негативного воздействия на природную среду от разливов нефти путем разработки гидродинамической модели разливов нефти на поверхности суши и применения экспертных технологий для учета других влияющих факторов.

Исходя из поставленной цели, сформулированы следующие задачи:

1. Изучение природных и климатических условий Заполярной тундры, влияющих на растекание нефти на поверхности тундровой зоны.

2. Анализ существующих методов прогнозирования последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов для различных типов источников загрязнения.

3. Разработка гидродинамической модели разливов нефти на земной поверхности, учитывающей три основных физических процесса, проистекающих при разливах нефти: растекание, фильтрация в грунт и испарение. Постановка эксперимента, позволяющего установить скорость испарения нефти, с целью получения её эмпирической зависимости.

4. Анализ результатов расчетов для наиболее вероятных сценариев аварийных разливов нефти для различных типов грунтов и источников разлива, на основе разработанной модели.

5. Разработка метода оценки пространственно-временных масштабов распространения нефти на приливной осушке Арктических морей. Постановка эксперимента, имитирующего разлив нефти для этих условий и верификация модели на его основе.

6. Районирование территории Республики Коми по степени негативного воздействия на природную среду, обусловленного возможными аварийными разливами нефти в условиях Заполярной тундры, на основе расчетов, выполненных при помощи разработанной модели и экспертных технологий.

Научная новизна.

1. Разработана новая гидродинамическая модель для оценки пространственно-временных масштабов разлива нефти на поверхности суши Заполярной тундры в период отсутствия снежного покрова. Особенностью модели является одновременный расчет трех основных процессов, протекающих при разливах нефти: растекания нефти (уравнение диффузии); фильтрации в грунт (закон Дарси); испарения в атмосферу (полученная на основе эксперимента эмпирическая зависимость).Задача учета таких важных параметров как уклон поверхности и наличие водоёмов вблизи источника загрязнения решена при помощи экспертных оценок (технологий), заключающихся в определении влияющих факторов, присвоении им весовых коэффициентов, и последующим расчетом интегрального показателя опасности потенциального загрязнения.

2. Получены оценки пространственно-временных масштабов нефтяного загрязнения на поверхности суши Заполярной тундры, рассчитанные при помощи разработанной автором новой гидродинамической модели. В качестве их характеристик используются параметры площади и радиуса загрязнения, и их зависимость от времени.

3. Впервые предложен метод оценки масштабов аварийного разлива нефти в таких сложных, с точки зрения моделирования условиях, как разлив в зонах приливной осушки (периодически затопляемой и осушаемой акватории) рек, с последующим смывом пятна приливной волной. Он заключается в синтезе моделей разливов нефти на суше (на фазе отлива) и диффузии примесей в воде (на фазе прилива). Проведенный автором эксперимент, имитирующий разлив нефти в зоне приливной осушки, и выполненная на его основе верификация гидродинамической модели разливов нефти на поверхности суши показала высокую степень сходимости его результатов с модельными расчетами.

4. На основе проведенных исследований, выполнено районирование по степени опасности потенциального нефтезагрязнения территории тундры РК, и более детально, для нефтепровода «Уса - Ухта». Результаты районирования позволяют выявить зоны потенциального риска, обусловленные негативным воздействием на природную среду возможных разливов нефти.

В процессе работы над темой, на основании проведенного анализа различных существующих методов расчета возможного ореола нефтяного загрязнения вследствие разрыва МН были сформулированы цель и основные задачи исследований, направленных на разработку методики прогнозирования аварийного распространения ньютоновской нефти по естественной поверхности земли.

Существуют методические рекомендации для решения этих задач, рассмотрим некоторые из них. Для оценки последствий аварийного разлива в различных методиках даны следующие рекомендации: методика [Методика определения ущерба..., 1996] предусматривает несколько возможных способов определения площади разлива:

1) инструментальным методом;

2) методом аэрофотосъемки;

3) методом экспертных оценок.

В качестве примера, произведен расчет площади разлива 100 т нефти по приведенным методикам. Примем плотность нефти равной 820 кг/м 3 , тогда объем нефти составит 122 м 3 , с округлением до целых. Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет площади аварийного разлива нефти по различным методикам

№	Методика	Средняя толщина пленки, м	Площадь загрязнения, $м^2$
1	Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах, 1999 [Методическое руководство.. .,1999]	0,2-0,05	610-2439
2	Методика расчета минимальной оснащенности аварийно-спасательных служб... [Методика расчета минимальной...]	0,2-0,08	610-1464
3	Руководящий документ. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах [РД-13-020.00- КТН-148-11]	0,031	39542

На рисунке 3.1 представлена схема основных процессов, проистекающих при разливах нефти: растекания, фильтрации в грунт и испарения. Они являются наиболее существенными при определении последствий аварийных разливов нефти, так как оказывают наибольшее влияние на площадь загрязнения и на объем загрязненного грунта.

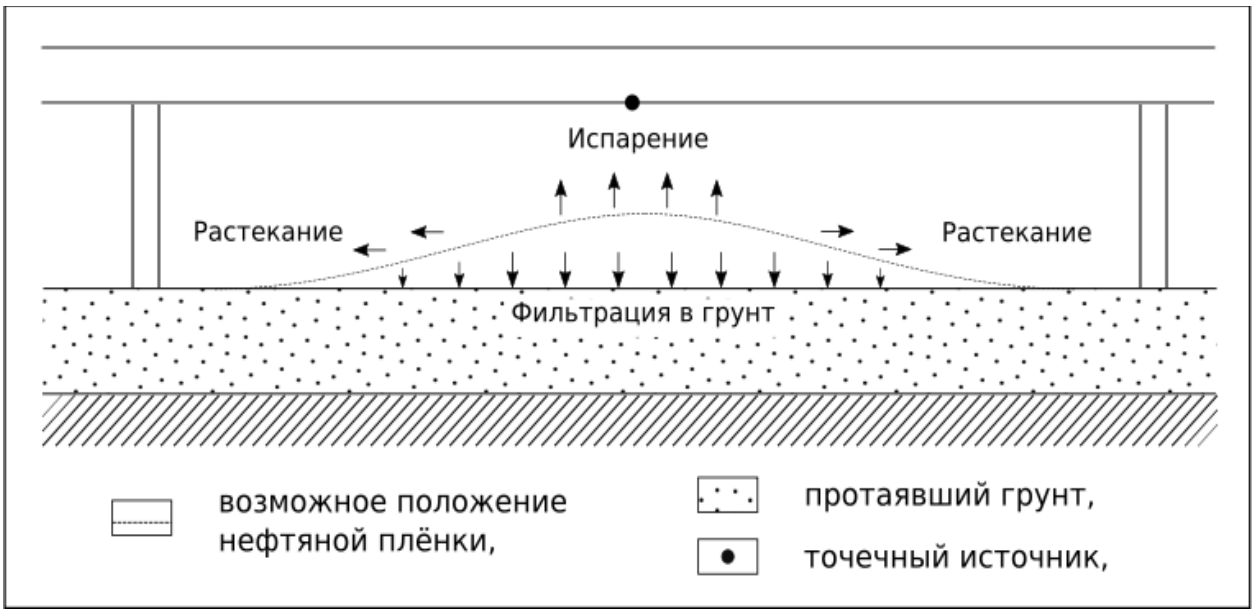


Рисунок 1 – Схема основных процессов, проистекающих при разливах нефти

Эти три процесса тесно взаимосвязаны. При быстром растекании нефти на начальных этапах разлива процесс фильтрации будет происходить на большей площади и на более длительное время, что приведет к увеличению площади поверхности нефтяной пленки, а следственно – количества испарившейся нефти и объема загрязненного грунта, и наоборот. В свою очередь, интенсивное испарение на первых этапах разлива увеличит вязкость и уменьшит объем разлитой жидкости, что приведет к снижению площади загрязнения. Поэтому при 29 моделировании важно учесть массовый баланс флюида на границах с грунтом и воздухом [Лохов, 2015; Лохов, 2016].

Под действием гравитации и давления слоя нефти, она проникает в грунт, через имеющиеся в нем поры. Показателем, характеризующим скорость проникновения, является коэффициент фильтрации. Значения коэффициента получают экспериментальным путем, для различных типов грунтов. Нефть может проникать в грунт на довольно большую глубину до естественных барьеров, таких как многолетнемерзлые породы, плотные глины, или другие породы, препятствующие её проникновению.

Испарение нефти с поверхности разлива зависит, в первую очередь, от фракционного состава нефти и метеорологических условий. Нефть более легких фракций испаряется быстрее, и количество испарившейся нефти значительно выше. Не менее важными характеристиками процесса испарения являются метеорологические условия, чем выше скорость ветра и температура воздуха, тем быстрее проистекает процесс. Данные положения были подтверждены экспериментально. Для учёта процесса испарения проведен лабораторный эксперимент, по результатам которого получена эмпирическая зависимость скорости испарения от времени, для конкретного состава нефти.

За 85 суток эксперимента первоначальный объём нефти уменьшился на 6,3%.

Емкость с нефтью, в ходе эксперимента представлена на рисунке 2.

Разлив нефти на поверхности суши – сложное явление, при котором можно наблюдать множество физико-химических процессов. Наиболее важными, с точки зрения оценки потенциального ущерба окружающей среде, являются: растекание по поверхности, фильтрация в грунт и испарение с поверхности нефтяной пленки (Солнцева, 1998). Процесс растекания определяется, в первую очередь, рельефом поверхности, а также физическими свойствами разлитой нефти. Для процесса фильтрации наиболее важными являются свойства грунта, такие как нефтеемкость и скорость просачивания, характеризуемая коэффициентом фильтрации. Некоторые типы грунтов могут впитывать нефть до половины собственного объема, в зависимости от их свойств. При подсчете количества испарившейся с поверхности пленки нефти необходимо учитывать характеристики среды, такие как температура подстилающей поверхности и воздуха, скорость ветра, а также характеристики флюида – температура, вязкость.

Рисунок 2 – Емкость с нефтью, в ходе эксперимента

Для оценки пространственно-временных масштабов последствий разлива нефти на поверхности Заполярной тундры разработана нестационарная гидродинамическая модель, позволяющая выполнить одновременный расчет растекания нефти на основе гидродинамического уравнения (уравнение диффузии), фильтрации (уравнения Дарси) и испарения (эмпирическая зависимость). Задача учета таких важных параметров как уклон поверхности и наличие водоёмов вблизи источника загрязнения решена при помощи экспертных оценок (технологий), заключающихся в определении влияющих факторов, присвоении им весовых коэффициентов, и последующим расчетом интегрального показателя опасности потенциального загрязнения. Для учёта процесса испарения проведен лабораторный эксперимент, по результатам которого получена эмпирическая зависимость скорости испарения от времени, для конкретного состава нефти.

По данному анализ методов прогнозирования площади нефтяного загрязнения при разрыве магистрального нефтепровода было выделено 2 патента приведенные в таблице 2.

Значения коэффициента фильтрации были получены экспериментально многими авторами. В таблице 4.2 приведены данные Полубариновой-Кочиной П. Я. [Полубаринова-Кочина, 1977] и Нестерова М.В. [Нестеров, 2006] по некоторым типам грунтов. Для торфяных грунтов диапазон изменения коэффициента фильтрации составляет 0,36-21,6 см/ч и 3,6-36 см/ч, соответственно.

Поэтому далее провели экспериментальное исследование нефтепроницаемости снежного покрова.

Опыты по изучению нефтепроницаемости снежного покрова проводились зимой в два этапа. Для определения необходимого числа параллельных измерений сперва была проведена предварительная серия экспериментов. А после отбирались образцы снега разной плотности и проводились опыты по нефтепроницаемости в течение периода времени, когда земля была покрыта устойчивым снежным покровом.

Проведенные опытные исследования по определению проницаемости различных образцов снега для ньютоновских нефтей позволили установить, что в инженерных расчетах коэффициент нефтепроницаемости снега может приниматься равным коэффициенту его водопроницаемости, при этом погрешность не превышает 5%.

Для возможности количественной оценки объема разлитой нефти из-за разрыва МН, а также ореола ее распространения по естественной поверхности земли, покрытой снегом, осуществлено математическое моделирование процесса аварийного движения ньютоновской нефти с учетом физико-механических и теплофизических свойств жидкости и окружающей среды, а также рельефа местности. В результате чего были предложены математические модели тепломассопереноса для наиболее типичных видов аварийного распространения ньютоновской нефти по естественной поверхности вследствие разрыва МН зимой.

Таблица 2 – Патентный поиск

п/п	Номер патента	Автор	Название	Описание
	RU 2692616 C1	1 Арно Олег Борисович 2 Арабский Анатолий Кузьмич 3 Башкин Владимир Николаевич 4 Галиулин Рауф Валиевич 5 Галиулина Роза Адхамовна 6 Соловищук Лариса Анатольевна	Способ предотвращения миграции нефти в подземные воды из загрязненных тундровых почв[4]	Изобретение относится к геоэкологии и, в частности, к охране окружающей среды на Крайнем Севере в районах добычи нефти. Способ предотвращения миграции нефти в подземные воды из загрязненных тундровых почв включает отбор на загрязненном участке усредненного образца почвы для определения в ней исходной концентрации нефти уи глубины ее проникновения в грунт. Равномерно вносят на загрязненный участок торф и заделывают его перемешиванием с почвой. На незагрязненном участке отбирают усредненный образец почвы из верхнего гумусо-аккумуляторного горизонта мощностью до 30 см, оценивают глубину проникновения нефти на загрязненном участке и его площадь и по этому комплексу данных определяют необходимое количество торфа для внесения на загрязненный участок.
	RU 2443001 C1	1 Алексеев Сергей Петрович (RU) 2 Курсин Сергей Борисович (RU) 3 Яценко Сергей Владимирович	Способ сбора информации об экологическом состоянии региона и автоматизированная система аварийного и экологического мониторинга окружающей среды региона[5]	Изобретение относится к области контрольно-измерительных экологических систем и может быть использовано при конструировании систем аварийного и экологического мониторинга окружающей среды региона. Сущность: размещают стационарные и мобильные контрольные посты, оснащенные измерительной аппаратурой. Регистрируют и анализируют различные параметры среды. В частности, регистрируют сигналы гидрофизических полей, проводят хемилюминесцентный, хроматографический, ионселективный, спектральный и радиометрический анализы.

На основе предлагаемых математических моделей тепломассопереноса разработаны численные модели, позволяющие осуществлять прогноз возможного аварийного распространения ньютоновской нефти по поверхности земли, покрытой снегом, для следующих встречающихся в практике эксплуатации магистральных нефтепроводов видов движения нефти:

- одномерного движения нефти по руслу оврага (балки, бывшего ручья и т.п.) произвольного поперечного профиля;
- центрально-симметричного распространения нефти, когда поверхность земли вокруг разрыва МН близка к горизонтальной;
- движения нефти по естественной поверхности земли произвольного профиля, когда детально известен профиль земной поверхности на аварийном участке трассы;
- для осесимметричного распространения нефти по «плоской» наклонной естественной поверхности, когда поверхность аварийного участка близка к плоской и имеет известный уклон.

Рекомендуется использовать данные численные модели:

- при составлении плана ликвидации последствий от аварий;
- при разработке декларации промышленной безопасности;
- при обосновании условий обязательного страхования ответственности владельца магистральных трубопроводов в случае аварии;
- при оценке ореола загрязнения территории к моменту прибытия аварийно-восстановительной бригады на аварийный участок трассы;
- при прогнозировании затрат от экологического и других видов ущерба вследствие разрыва магистральных нефтепроводов.

3. Проведенные опытные исследования по определению проницаемости различных образцов снега для ньютоновских нефтей позволили установить, что в инженерных расчетах коэффициент нефтепроницаемости снега может прини-маться равным коэффициенту его водопроницаемости, при этом погрешность не превышает 5%.

4. Инженерная методика, разработанная на основе результатов проведенных исследований позволяет проводить как предварительные (на стадии проектирования, при разработке декларации промышленной безопасности, разработке планов по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, для подтверждения условий обязательного страхования гражданской ответственности эксплуатирующей трубопроводной организации, для определении критериев количественной оценки возможного ущерба вследствие разлива нефти), так и численные прогнозы возможного аварийного растечения ньютоновской нефти по естественной поверхности при случившихся разрывах магистральных нефтепроводов, когда присутствует снежный покров. Данная методика позволяет:

- оценить площадь загрязненной территории к моменту прибытия аварийно-восстановительной бригады на аварийный участок трассы;
- найти время, в течение которого внешний контур нефтяного пятна приблизится к границе определенного охранного объекта;
- вычислить объем нефти, находящийся на загрязненной территории, что позволяет оценить размер утечки, произошедший через повреждение МН;
- провести расчет необходимых сил и средств и более качественно спланировать мероприятия по ликвидации последствий от аварий и снижению экологического и других видов ущерба.

Библиографический список:

1. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://ecoportal.su/public/zagryazn/view/1950.html , свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 15.03.2024).
2. Крупные разливы нефти и нефтепродуктов в России в 1994-2021 годах [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://ria.ru/20210514/nefterazlivy-1732380127.html , свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 20.03.2024).
3. На нефтяном месторождении в ЯНАО прорвало трубопровод**:** https://ria.ru/20210514/pro-ryv-1732347736.html , свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 25.03.2024).

4. Патент № RU2692616C1 Российская Федерация. Способ предотвращения миграции нефти в подземные воды из загрязненных тундровых почв [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://searchplatform.rospatent.gov.ru/doc/RU2692616C1_20190625?q=&from=search_simple&hash=-2050217478 , свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 28.02.2024).
5. Патент № RU2443001C1 Российская Федерация. Способ сбора информации об экологическом состоянии региона и автоматизированная система аварийного и экологического мониторинга окружающей среды региона [Электронный ресурс] / Режим доступа : https://searchplatform.rospatent.gov.ru/doc/RU2443001C1_20120220?q=&from=search_simple&hash=1083989352 , свободный. – Яз. рус. – (Дата обращения: 28.02.2024).

УДК 629.5.083.7

Совершенствование системы безопасности технологического процесса хранения нефти на УПН АО "ПНГ"

Максимов М. Я.
Научный руководитель – Грунской Т. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

АО «Печоранефтегаз» с конца 90-х лет прошедшего столетия ведет добычу на Восточно-Сотчемью-Талыйюском месторождении в Тимано-Печорской нефтегазоносной глубинке.

Для сбора, хранения и приема нефти строят склады нефти, которые состоят из нескольких резервуаров и связывающих их трубопроводов. Такие склады нефти на магистральных нефтепроводах называются резервуарными парками. Резервуар представляет собой большой вертикально поставленный металлический цилиндр, поверхность которого изготовлена из рулонной стали. В верхней части резервуаров толщина стенок меньше, чем в нижней. Металлические резервуары устанавливают над поверхностью земли.

Резервуары и резервуарные парки (РП) предприятий нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленностей и предприятий нефте- и нефтепродуктообеспечения являются их главным технологическим объектом. Состояние резервуарных парков в нефтепромышленности характеризуется 90 % износом основных фондов. На фоне этого морально устарели многие методологические принципы и положения, заложенные в большинство правил и методов обеспечения безопасности при эксплуатации и ремонте резервуаров.

Поэтому данный доклад, посвященный проблемам, обеспечения безопасности нефтяных резервуаров типа резервуар вертикальный стальной (РВС) и разработке теоретических и методологических аспектов оценки риска аварий, создания систем мониторинга и анализа перехода от штатных состояний к условиям возникновения и развития аварий и инцидентов, следует признать актуальным и отвечающим потребностям нефтегазовой отрасли.

В связи с этим была поставлена следующая цель: проектирование системы безопасности технологического процесса хранения нефти и нефтепродукта в РВС-1000.

Для достижения заданной цели был разработан следующий ряд задач:

1 провести анализ опасностей технологического процесса;

2 провести анализ применяемых систем безопасности на рассматриваемом и аналогичных объектах нефтегазовой промышленности;

3 спроектировать систему безопасности на объекте;

4 оценить систему безопасности после внедрения предлагаемых мероприятий.

Основной опасностью при эксплуатации РВС является разгерметизация и возможный разлив содержимого

Аварии при разгерметизации или разрушения оборудования могут развиваться по следующим направлениям:

– разгерметизация оборудования своевременно замечена обслуживающим персоналом, аварийное оборудование отсечено от соседнего и освобождено от содержимого по обводным и дренажным трубопроводам. Пары нефти, выделившиеся при разгерметизации аварийного оборудования, рассеиваются по направлению ветра, разлитая нефть собирается;

– в результате разгерметизации или внезапного разрушения оборудования при возникновении источника зажигания происходит воспламенение облака ТВС (пожар – вспышка), воспламенение разлива нефти;

– пожар или взрыв на одном из резервуаров или другом оборудовании может привести к эскалации аварии и вовлечению в нее связанного с аварийным оборудованием (или находящегося в пределах радиусов зон действия поражающих факторов) другого оборудования.

Меры защиты РВС от разливов нефти и нефтепродуктов

1 Установка систем контроля уровня:
2 Автоматические датчики уровня жидкости.
3 Системы аварийного оповещения.
4 Герметизация и укрепление конструкций:
5 Использование современных материалов для уплотнения швов.
6 Регулярный осмотр и ремонт стенок резервуаров.
7 Обустройство аварийных поддонов и обвалований:
8 Создание герметичных поддонов для сбора возможных утечек.
9 Устройство обвалований для локализации разливов.
10 Обучение персонала и разработка планов действий:
11 Регулярные тренировки по ликвидации аварийных ситуаций.
12 Разработка и актуализация планов локализации и ликвидации разливов.
13 Применение систем мониторинга и диагностики:

Внедрение технологий неразрушающего контроля (ультразвук, визуальный осмотр).

Использование систем раннего обнаружения коррозии и дефектов.

В резервуарном парке АО «ПНГ» используются все вышеперечисленные меры защиты РВС от разливов нефти и нефтепродуктов кроме систем мониторинга и диагностики.

Поэтому предлагается на данном объекте добавить еще одну меру защиты «Применение системы мониторинга и диагностики», в связи с тем, что имеются следующие преимущества от ее внедрения.

Преимущества этой системы:

Контроль утечек на всём протяжении опасного участка. Большая площадь предприятия усложняет контроль утечек, система же следит за каждым участком круглосуточно, сразу же посылая уведомления о проблеме

Автоматизированный контроль - как система предупреждения разлива нефти. Ужесточение штрафов за непредставление планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в КоАП

Сокращение числа работников задействованных в добыче и переработке нефти: Большой штат работников требует вложения не только ФОТ-а, но и транспорта, жилья и тд. Многие нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия находятся в сложно доступных районах.

Контроль за разливом нефти предлагается осуществлять с применением камер видеонаблюдения. Имеется на выбор несколько видов наблюдения с различными функциональными возможностями (Таблица 1).

В связи с тем, что первый тип камер не имеет возможности записи, второй тип камер имеет возможность записи, но отсутствует видеоаналитика и система уведомлений, то целесообразнее будет выбрать третий тип камер с ИИ и системой оповещения под названием система TRASSIR.

Функциональные возможности системы TRASSIR

1 запись данных в архив, экспорт архива и поиск событий в архиве;
2 просмотр видео в высоком качестве в режиме онлайн;
3 удаленные администрирование и настройка;
4 объединение оборудования в сеть и организация единой централизованной системы видеонаблюдения;
5 управление поворотными камерами — ручное или с помощью модуля ActiveDome;
6 ведение журнала событий, отправление тревожных уведомлений по каждому событию;

Таблица 1 – Возможные варианты Видеонаблюдения

Камера видеонаблюдения	Камера видеонаблюдения + Регистратор	Камера видеонаблюдения + Регистратор + Анализ
Прямая трансляция происходящего Термостойкая камера Wisenet XNP-6320H с вандалостойким корпусом	Прямая трансляция происходящего с записью и хранением Видеорегистратор NSCAR NS-DVRF8661 и аналоговая камера NSCAR NS-CAMFD3173	Прямая трансляция происходящего с записью и хранением, видеоаналитикой и системой уведомлений ПО, сервера и камеры Trassir с возможностью анализа изображений ИИ

7 пользовательская настройка реакций на события;

8 возможность подключения видеоаналитики: детектора движения, распознавания лиц, звука и других;

9 интеграция TRASSIR с ОПС и СКУД;

10 создание собственных приложений для конкретных платформ (SDK) и скриптов под любую задачу;

11 поддержка оборудования других производителей.

Преимущества ПО TRASSIR

1 Простота использования: легкая настройка, удобный интерфейс, понятное руководство пользователя прямо в программе.

2 Уникальность решений: большое количество модулей видеоаналитики, широкая линейка интегрированного оборудования, поддержка камер различных брендов, возможность написания собственных скриптов.

3 Совместимость: создание и масштабирование единой экосистемы с помощью регистраторов, камер, мобильных приложений и облачного сервиса.

4 Типовые законченные решения: готовые комплекты видеонаблюдения для любой отрасли.

5 Выгодные условия покупки: возможность удаленной покупки, отсутствие ежегодных платежей, большое количество бесплатных модулей видеоаналитики.

6 Гибкое распределение прав: защита системы с помощью многоуровневого распределения прав доступа.

7 Низкое потребление ресурсов системы: экономичное распределение мощностей.

Камеры будут расположены вокруг Резервуарного парка (Рисунок 1).

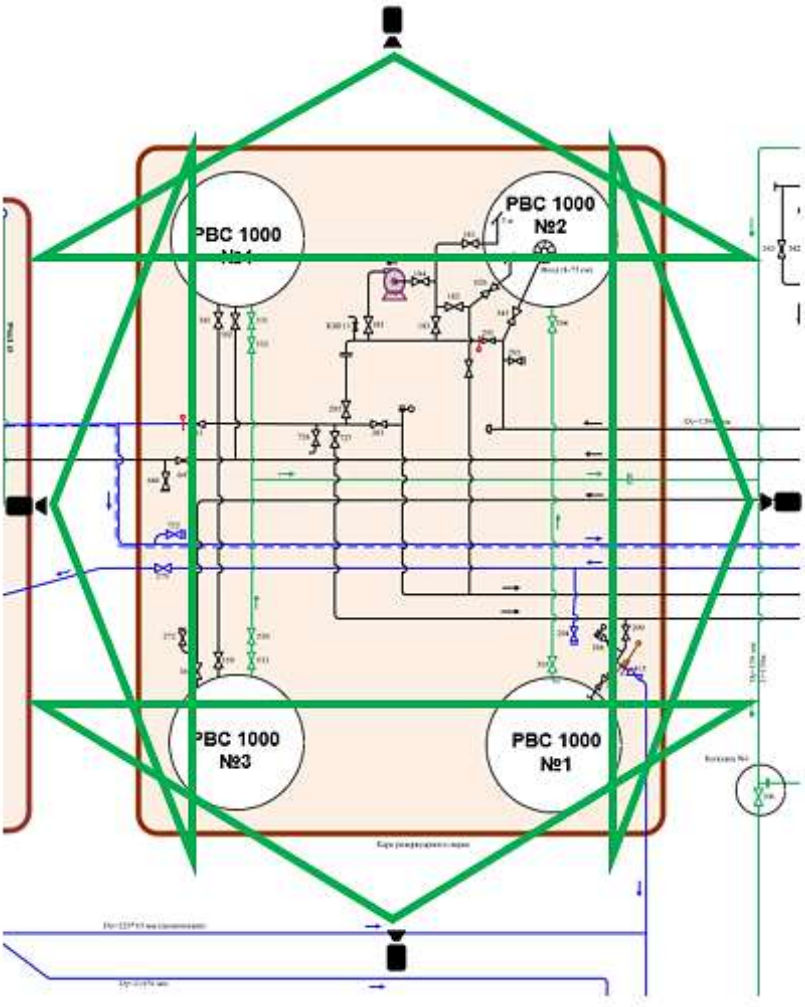


Рисунок 1 – Расположение камер

Функциональные возможности системы TRASSIR представлены на рисунках 2,3.

Рисунок 2 – Функциональные возможности системы TRASSIR

Рисунок 3 – Функциональные возможности системы TRASSIR

Библиографический список:
1. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://docs.cntd.ru/document/1200103505 , свободный. – Яз. рус. – Заглавие с экрана – (Дата обращения: 14.03.2025).
2. ГОСТ 31385 – 2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://docs.cntd.ru/document/1200138636 , свободный. – Яз. рус. – Заглавие с экрана – (Дата обращения: 15.03.2025).
3. Интернет-журнал про металлы и сплавы [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://metalloy.ru/metally/korroziya , свободный. – Яз. рус. – Заглавие с экрана – (Дата обращения: 15.03.2025).
4. Программное обеспечение для интеграции системы TRASSIR / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: https://www.dssl.ru (дата обращения: 16.03.2025).

УДК 004.413.4

Совершенствование системы оценки профессиональных рисков на примере объекта топливно-энергетического комплекса

Юра Р. Н.
Научный руководитель - Нор Е. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В каждом производственном процессе присутствует риск появления негативных факторов, способных поставить под угрозу жизнь и здоровье сотрудников.

Котельная, или система котельных, представляет собой сложный набор устройств, расположенных в специально оборудованных помещениях, предназначенных для преобразования энергии, выделяющейся при сгорании природного газа, в тепловую энергию пара или горячей воды. Эта энергия используется для обеспечения работы систем отопления и горячего водоснабжения.

Котельные имеют свою специфику, связанную с непрерывной работой, обусловленной:

- возрастанием потребностей в отоплении;
- производством тепловой энергии;
- распределением тепловой энергии;
- обеспечением горячей водой.

В соответствии со статьей 218 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан организовывать системные мероприятия по управлению профессиональными рисками на рабочих местах, включая выявление опасностей, оценку и снижение уровней профессиональных рисков.

Разнообразие факторов и причин, влияющих на безопасность работников котельных, подчеркивает важность комплексного подхода к оценке рисков, связанных с потенциальным вредом для здоровья в результате воздействия вредных или опасных производственных факторов.

В соответствии с приказом Минтруда России от 28.12.2021 N 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков" работодатель вправе разработать собственный метод оценки уровня профессиональных рисков, исходя из специфики своей деятельности.

Проведя анализ научной литературы по используемым на сегодняшний день методам анализа рисков в газовых котельных, предлагаю выделить три основных направления, формирующих профессиональный риск оператора котельной:

- риск возникновения аварий ($R_{ав}$);
- риск профессионального заболевания ($R_{пз}$);
- риск травматизма ($R_{тр}$).

Мною были определены наиболее оптимальные методы для оценки риска соответствующего направления:

- риск возникновения аварии – матричный метод;

- риск профессиональных заболеваний – метод оценки индивидуального профессионального риска;

- риск травматизма – контрольный лист.

Матричный метод оценки риска строится на соотношении вероятности причинения ущерба от выявленной опасности и тяжести последствий ущерба, где вероятность и тяжесть имеют свои весовые коэффициенты (баллы), а уровень риска рассчитывается путем перемножения баллов по показателям вероятности и тяжести по каждой идентифицированной опасности [1].

В приказе Минтруда России от 28.12.2021 N 926 рекомендуют использовать виды матриц, представленные в таблицах 1, 2, 3. Анализируя их, была разработана собственная матрица, представленная в таблице 4. Главным отличием данной матрицы являются показатели тяжести и вероятности, выраженные в бальных значениях, которые варьируются от 1 до 5.

Таблица 1 – Матрица 3 × 5 [1]

Последствия, р	×	Вероятность, Q		=	Риск
Небольшие - 1	×	Малая – маловероятно	1	1	Малый
		Малая – редко	2	2	Малый
		Средняя	3	3	Малый
		Большая – возможно	4	4	Малый
		Большая – почти наверняка	5	5	Малый
Средние - 2	×	Малая – маловероятно	1	2	Малый
		Малая – редко	2	4	Малый
		Средняя	3	6	Средний
		Большая – возможно	4	8	Средний
		Большая – почти наверняка	5	10	Средний
Большие - 3	×	Малая – маловероятно	1	3	Малый
		Малая – редко	2	6	Средний
		Средняя	3	9	Средний
		Большая – возможно	4	12	Высокий
		Большая – почти наверняка	5	15	Высокий

Таблица 2 – Матрица 5 × 4 [1]

Частота происшествий	Категория опасности			
	1 Катастрофическая	2 Значительная	3 Допустимая	4 Незначительная
A – часто	1	3	7	13
B – возможно	2	4	9	16
C – редко	4	6	11	18
D – маловероятно	8	10	14	19
E – невозможно	12	15	17	20

Самой распространённой аварией на газовых котельных является взрыв природного газа.

В рассматриваемой организации никогда не было взрыва на котельных, в связи с чем вероятность Q для матрицы 3 × 5 = 1, частота происшествий для матрицы 5 × 4 = D, вероятность (частота) возникновения опасности (опасного действия, ситуации) для матрицы 5 × 5 = 1, вероятность для предлагаемой матрицы = 1.

Однако возникновение взрыва может привести к гибели оператора котельной, в результате чего последствия для матрицы 3 × 5 = 3, категория опасности для матрицы 5 × 4 = 2, тяжесть ущерба для матрицы 5 × 5 = 15, тяжесть для предлагаемой матрицы = 4.

Таблица 3 – Матрица 5 × 5 [1]

Тяжесть ущерба	Значение весового коэффициента тяжести в баллах	Вероятность (частота) возникновения опасности (опасного действия, ситуации)				
		Очень низкая (практически невозможно)	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая
		1	2	3	4	5
Незначительный ущерб (микротравма, дискомфорт работника на рабочем месте)	1	1	2	3	4	5
Малый ущерб (воздействие на состояние здоровья работника незначительно)	5	5	10	15	20	25
Средний ущерб (неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работника)	10	10	20	30	40	50
Большой ущерб (значительная утрата трудоспособности)	13	13	26	39	65	91
Очень большой ущерб (смертельный случай, хроническое заболевание, опасность развития острых поражений)	15	15	30	45	75	105

Таблица 4 – Предлагаемая матрица

Тяжесть		Вероятность				
		Не имело место	1 раз за 10 лет	1 раз за 5 лет	1 раз за год	Более 1 раза за год
		1	2	3	4	5
Незначительные травмы Повреждения оборудования	1	1	2	3	4	5
Травмы с временной потерей трудоспособности Значительные повреждения оборудования	2	2	4	6	8	10
Травмы с постоянной потерей трудоспособности Выход оборудования из строя	3	3	6	9	12	15
Гибель 1 сотрудника Разрушение внутренних конструкций	4	4	8	12	16	20
Гибель нескольких сотрудников Полное разрушение	5	5	10	15	20	25

Таблица 5 – Сравнение матриц

Матрица 3 × 5	Предлагаемая матрица оценки риска аварии
1. Сложность интерпретации значений вероятности (малая – маловероятно, малая – редко, средняя, большая – возможно, большая – почти наверняка) и последствия (небольшие, средние, большие).	1. Точная интерпретация значений вероятности (не имело место, 1 раз за 10 лет, 1 раз за 5 лет, 1 раз за год, более 1 раза за год) и тяжести (незначительные травмы, повреждения оборудования; травмы с временной потерей трудоспособности, значительные повреждения оборудования; травмы с постоянной потерей трудоспособности, выход оборудования из строя; гибель 1 сотрудника, разрушение внутренних конструкций; гибель нескольких сотрудников, полное разрушение). 2. Удобное к пониманию расстановка значений риска (значения вероятности и тяжести представлены в числовом выражении, значение риска – результат перемножения данных значений). 3. Малый разброс значений риска (от 1 до 25).
Матрица 5 × 4	
1. Сложность интерпретации значений вероятности (часто, возможно, редко, маловероятно, невозможно) и тяжести (катастрофическая, значительная, допустимая, незначительная). 2. Неясность принципа расстановки значений риска в матрице (значения вероятности представлены в буквенном выражении, значения тяжести – в числовом, значения риска – в числовом; пример – тяжесть = 2, вероятность = D, значение риска = 10; пример – тяжесть = 4, вероятность = D, значение риска = 19).	
Матрица 5 × 5	
1. Сложность интерпретации значений вероятности (низкая, средняя, высокая, очень высокая). 2. Сильный разброс между значениями риска (от 1 до 105).	

Сравнение матриц, указанных в приказе Минтруда от 28.12.2021 N 926 (таблицы 1 - 3) с предлагаемой матрицей (таблица 4), приведено в таблице 5.

По данным таблицы 5 можно сделать вывод, что предлагаемая матрица (таблица 4) лишена недостатков матриц приказа Минтруда от 28.12.2021 N 926 (таблицы 1 - 3), что позволяет более точно оценивать риск аварии.

В приказе Минтруда России от 28.12.2021 N 926 в качестве метода оценки риска получения профессионального заболевания используется метод, описанный в руководстве Р 2.2.3969-23. 2.2. «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство», предназначенный для применения специалистами центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора и научно-исследовательских организаций и центров медицины труда.

Для оценки профессионального риска здоровью с использованием одночисловых индексов профессиональных заболеваний осуществляется их расчет. Индекс профессионального заболевания является показателем, учитывающим категории риска нарушений здоровья и их тяжести [2].

Расчет индекса профессионального заболевания ($И_{ПЗ}$) производится по формуле [2]:

$$И_{ПЗ} = 1 / (К_р \times К_т),$$

где $К_р$ – категория вероятности заболевания (таблица 6),

Таблица 6 – Категории вероятности ПЗ [2]

Категория $К_р$	Частота выявления, %	
	случаи ПЗ	ранних признаков ПЗ
1	Более 10	Более 30
2	1 - 10	3 - 30
3	0,1 - 1	0,3 - 3
4	0,01 - 0,1	0,03 - 0,3
5	Менее 0,01	Менее 0,03

$К_т$ – категория тяжести заболевания (таблица 7).

Таблица 7 – Категории тяжести ПЗ [2]

Категория $К_т$	Определение категории тяжести на основе медицинского прогноза заболевания и типа нетрудоспособности, которую оно вызывает
1	Постоянная потеря профессиональной трудоспособности более 50%, прогрессирующая даже в отсутствие дальнейшей экспозиции, обусловливающая смену профессии
2	Постоянная потеря профессиональной трудоспособности 20 - 50%
3	Постоянная потеря профессиональной трудоспособности до 20%
4	Тяжелая временная нетрудоспособность свыше 3 недель
5	Умеренная временная нетрудоспособность менее 3 недель

В результате анализа статистических данных по выявлению профессиональных заболеваний работников котельной было определено, что самым распространённым является – нейросенсорная тугоухость.

В рассматриваемой организации не было выявлено работников с данным диагнозом, в соответствии с чем можно сделать вывод, что значение $К_р = 5$. Однако в результате развития данного заболевания возможна полная, либо частичная потеря слуха, что соответствует значению $К_т = 1$.

Расчет $И_{ПЗ}$ нейросенсорной тугоухости:

$$И_{ПЗ} = 1 / (1 \times 5) = 0,2$$

Анализируя данный метод, было определено, что в нём не отражены условия труда на рабочем месте, а также состояние здоровья работника, которые играют важную роль в развитии профессионального заболевания.

Предлагаемый метод оценки риска профессиональных заболеваний представляет собой метод оценки индивидуального профессионального риска, рассчитываемый по формулам:

$$ИПР = SUM \cdot П_т \cdot П_з,$$

$$SUM = V (ИОУТ + З + В + С),$$

где SUM – сумма взвешенных значений параметров ИОУТ, З, В, С;

ИОУТ – интегральная оценка условий труда на рабочем месте (ИОУТ = (1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 1) / 12 = 1,25);

З – интегральный показатель состояния здоровья работника (группа диспансеризации Д-1, следовательно З = 1);

В = 2 (30-39 лет) – показатель возраста работника;

С = 1 (0-10 лет) – показатель трудового стажа работника;

$П_т = К_с \cdot К_т$ – показатель травматизма на рабочем месте;

$К_с$ – коэффициент, учитывающий количество несчастных случаев на рабочем месте за год (на рабочем месте не было зафиксировано несчастных случаев, следовательно $К_с = 1$);

$К_т$ – коэффициент, учитывающий тяжесть последствий травмирования работника на рабочем месте за год (т.к. $К_с = 1$, то и $К_т = 1$);

$П_з$ – показатель профзаболеваемости на рабочем месте (профзаболевания у работника в течение года не выявлены, следовательно $П_з = 1$);

V = 0,01 – коэффициент, учитывающий значимость параметров.

$$SUM = 0,01 \cdot (1,25 + 1 + 2 + 1) = 0,0525,$$

$$П_т = 1 \cdot 1 = 1,$$

$$ИПР = 0,0525 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0525.$$

Сравнение данных, необходимых для методов оценки риска профессионального заболевания, представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнение методик

Метод оценка риска получения профессионального заболевания	Метод оценки индивидуального профессионального риска
1. Частота профессиональных заболеваний (статистика предприятия) 2. Тяжесть профессиональных заболеваний	1. Условия труда на рабочем месте (результаты СОУТ) 2. Состояние здоровья работника (результаты медосмотра) 3. Возраст работника 4. Стаж работы работника 5. Частота несчастных случаев на рабочем месте (статистика предприятия) 6. Тяжесть последствий травмирования работника на рабочем месте 7. Частота профессиональных заболеваний (статистика предприятия)

По данным, представленным в таблице 8, можно сделать вывод, что предлагаемый метод оценки риска профессиональных заболеваний помимо частоты и тяжести профессиональных заболеваний, включает в себя учёт условий труда на рабочем месте, возраст и стаж работника.

Контрольные листы являются наиболее распространенным методом контроля уровня профессиональных рисков на малых и микропредприятиях. Контрольные листы рекомендуется разрабатывать на основе полученного ранее опыта, включая опыт других аналогичных организаций, а также с учетом установленных государственных нормативных требований охраны труда [1].

В таблицах 9 - 12 представлены контрольные листы приказа Минтруда России от 28.12.2021 N 926. По результатам анализа указанных контрольных листов, а также в результате анализа производственного помещения котельной и, в частности, рабочего места оператора котельной был разработан новый контрольный лист для оценки риска травматизма (таблица 13).

Все перечисленные контрольные листы (таблицы 9 - 12) заполнены в соответствии с анализом рабочего места оператора котельной.

Таблица 9 – Скользкие поверхности [1]

Вопросы	Да	Нет
1. Есть ли на полу неровные участки, шероховатости, выбоины, зазубрины и т.д.?		+
2. Бывают ли полы скользкими, например, при влажной уборке, вследствие разлива жидкостей, из-за дождя или грязи, а также пыли, образующейся в ходе производственного процесса?		+
3. Есть ли пороги или другие выступы?	+	
4. Проложены ли по полу кабели?		+
5. Могут ли работники поскользнуться или упасть из-за особенностей обуви?		+
6. Содержатся ли полы в чистоте?	+	
7. Остаются ли на рабочем месте какие-либо объекты или препятствия, затрудняющие передвижение (за исключением стационарных)?		+
8. Обозначены ли должным образом стационарные препятствия, затрудняющие передвижение?	+	
9. Обозначены ли маршруты движения транспорта?		+
10. Достаточно ли освещены полы, а также маршруты движения транспорта?	+	

Таблица 10 – Шум [1]

Вопросы	Да	Нет
1. Могут ли в ходе производственных процессов возникать шумы высокого уровня (например, при соприкосновении металлических поверхностей, вследствие работы двигателей)?	+	
2. Могут ли возникать шумы высокого уровня в рабочей зоне вследствие проникновения в здания внешних шумов?		+
3. Может ли производственный шум заглушать сигналы тревоги?		+
4. Является ли шум настолько сильным, что Вам приходится повышать голос при разговоре с другими людьми на Вашем рабочем месте?		+
5. Повышаете ли Вы непроизвольно голос при разговоре с другими людьми, после того как покидаете рабочее место?		+

Таблица 11 – Вибрация [1]

Вопросы	Да	Нет
1. Производится ли работа (регулярно или в течение длительных периодов) в условиях явно ощущаемой вибрации в положении стоя или сидя?		+
2. Производится ли работа (регулярно или в течение длительных периодов) с использованием ручных электрических инструментов и оборудования, вызывающих вибрацию?		+

Таблица 12 – Требования по работе [1]

Вопросы	Да	Нет
1. Работают ли сотрудники (регулярно или эпизодически) в условиях напряжения (например, при быстром темпе работы, наличии жестких требований по времени выполнения работы)?		+
2. Работают ли сотрудники (регулярно или эпизодически) в режиме ненормированного рабочего дня?		+
3. Выполняется ли (регулярно или эпизодически) работниками большой объем работы?		+
4. Существует ли баланс между требованиями к физическому и умственному состоянию работников, необходимых для выполнения порученной им работы, с реальными возможностями и способностями работников к выполнению этой работы?	+	
5. Присутствует ли при выполнении работы монотонность нагрузки?		+
6. Существуют ли риски иной, не связанной с человеческим фактором природы - физические, химические (напр. шум, температура, хим. вещества и т.д.)?	+	
7. Ознакомлены ли работники со своими трудовыми обязанностями?	+	
8. Наблюдается ли социальная изоляция сотрудников при выполнении ими работы?		+

Таблица 13 – Предлагаемый контрольный лист оценки травматизма

Факторы оценки рабочего места		Хорошо	Плохо
1. Производственный процесс			
1.1	Наличие и использование СИЗ	+	
1.2	Исполнение трудовых обязанностей	+	
2. Порядок и чистота			
2.1	Рабочие столы и верстаки	+	
2.2	Стеллажи		+
2.3	Поверхности верстаков, стеллажей	+	
2.4	Мусорные контейнеры		+
2.5	Пол	+	
3. Безопасность машин и оборудования			
3.1	Исправность оборудования	+	
3.2	Устройство управления и аварийной остановки	+	
3.3	Устройство защиты	+	
3.4	Стационарные площадки для обслуживания	+	
4. Окружающая среда			
4.1	Шум		+
4.2	Вибрация	+	

Факторы оценки рабочего места		Хорошо	Плохо
4.3	Освещение	+	
4.4	Чистота воздуха	+	
4.5	Температурный режим	+	
4.6	Химические вещества	+	
5. Эргономика			
5.1	Положение тела во время работы	+	
5.2	Перемещение и поднятие грузов вручную	+	
5.3	Повторяющиеся рабочие операции	+	
5.4	Смена физических положений во время работы	+	
5.5	Нормирование рабочего дня	+	
6. Проходы и проезды			
6.1	Устройство, обозначение и защитные ограждения		+
6.2	Порядок и состояние	+	
6.3	Видимость и освещённость	+	
6.4	Объекты и препятствия	+	
7. Спасение и оказание первой помощи			
7.1	Электрощит	+	
7.2	Средства спасения и оказания первой помощи	+	
7.3	Средства пожаротушения	+	
7.4	Пути эвакуации	+	

Далее проведено сравнение контрольных листов (таблицы 9-13), которое отображено в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнение контрольных листов

Контрольные листы, таблицы 1-4	Предлагаемый контрольный лист, таблица 5
Разделы: 1. Скользкие поверхности; 2. Шум; 3. Вибрация; 4. Требования по работе. Общее число вопросов: 25.	Разделы: 1. Производственный процесс; 2. Порядок и чистота; 3. Безопасность машин и оборудования; 4. Окружающая среда; 5. Эргономика; 6. Проходы и проезды; 7. Спасение и оказание первой помощи. Общее число вопросов: 30.

По данным таблицы 14 можно сделать вывод, что предлагаемый контрольный лист включает в себя большее количество разделов, специализированных под рабочее место оператора котельной.

Для сравнения методик используются математические методы приведения к единой шкале.

Под приведением к единой шкале понимается переход к универсальному масштабу значений. Для каждого показателя определяются минимальные и максимальные значения. Тогда, приведённое значение методики будет определяться по следующей формуле [3]:

$$R_i = (V - V_{min})/(V_{max} - V_{min}),$$

где V – полученное значение используемым методом,

V_{max}, V_{min} – максимальные и минимальные значения используемого метода.

Матричный метод.

Матрица 3 × 5:

$$R_{3\times5} = (3 – 1) / (15 – 1) = 0{,}143.$$

Матрица 5 × 4:

$$R_{5\times4} = (10 – 1) / (20 – 1) = 0{,}526.$$

Матрица 5 × 5:

$$R_{5\times5} = (15 – 1) / (105 – 1) = 0{,}135.$$

Предлагаемая матрица:

$$R_{ПМ} = (4 – 1) / (25 – 1) = 0{,}125.$$

Сравнение значений риска аварии (взрыва природного газа в котельной) в соответствии с матрицами оценки рисков в таблицах представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнение значения рисков

	Матрица 3 × 5	Матрица 5 × 4	Матрица 5 × 5	Предлагаемая матрица
Натуральные значения рисков	3	10	15	4
Приведённые значения рисков	0,143	0,526	0,135	0,125

Оценка риска профессионального заболевания.

Методика руководства:

$$R_{МР} = (0{,}2 – 0{,}04) / (1 – 0{,}04) = 0{,}167.$$

Предлагаемая методика:

$$R_{ПМ} = (0{,}0525 – 0{,}04) / (1{,}064 – 0{,}04) = 0{,}0122.$$

Сравнение значений рисков возникновения профессионального заболевания у оператора котельной в соответствии с представленными методиками приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнение значений рисков

	Методика руководства	Предлагаемая методика
Натуральные значения рисков	0,2	0,0525
Приведённые значения рисков	0,167	0,0122

Контрольные листы.

Контрольные листы, таблицы 15-18:

$$R_{КЛ} = (4 – 0) / (25 – 0) = 0{,}14.$$

Предлагаемый контрольный лист:

$$R_{ПКЛ} = (4 – 0) / (30 – 0) = 0{,}13.$$

Сравнение значений риска травматизма в соответствии с контрольными листами таблиц 15-18 представлено в таблице 17.

Таблица 17 – Сравнение значений риска

	Контрольные листы, таблицы 15-18	Предлагаемый контрольный лист
Натуральные значения рисков	4	4
Приведённые значения рисков	0,16	0,13

По результатам, представленным в таблицах 15 - 17, можно сделать вывод, что предлагаемые методы дают меньшее значение риска, по сравнению с аналогами, представленными в приказе Минтруда России от 28.12.2021 N 926. Однако, предлагаемые методики лишены недостатков своих аналогов, что делает их более предпочтительными.

Определение же общего профессионального риска для оператора котельной возможно при помощи математического метода определения средневзвешенного значения.

Суть определения средневзвешенного значения заключается в том, что в зависимости от точности используемого при анализе рисков метода, полученному значению присваивается свой весовой коэффициент (λ), чтобы уравновесить их между собой. Другими словами, весовой коэффициент λ выступает в роли меры доверия к значениям, полученным по разным методикам [4].

Общий профессиональный риск по данному методу рассчитывается по формуле [4]:

$$R = \lambda_1 \cdot R_1 + \lambda_2 \cdot R_2 + \ldots + \lambda_i \cdot R_i.$$

Результаты расчёта общего риска представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт общего профессионального риска

Показатели	Min значение	Max значение	Полученное значение	Приведённое значение	Весовые коэффициенты	Общий профессиональный риск
$R_{ав}$	1	25	4	0,125	0,3	0,0696
$R_{пз}$	0,04	1,064	0,0525	0,0122	0,5	
$R_{тр}$	0	30	4	0,13	0,2	

В результате математических расчётов было определено, что общий профессиональный риск оператора котельной по предлагаемой методике составляет R = 0,0696.

Таким образом, данную методику оценки рисков предлагаю использовать на объектах топливно-энергетического комплекса.

Библиографический список:

1. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 N 926 "Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков".

2. Р 2.2.3969-23. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 07.09.2023).

3. Ерещенко Т.В. Планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / Т.В. Ерещенко, Н.А. Михайлова. – Минестерство образования и науки Российской Федерации, ВолгГАСУ. 2014. – 77 с.

4. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В.В. Подиновский. – М. : Наука, 2019. – 103 с.

СЕКЦИЯ 15. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 621.3(075)

Диэлектрический нагрев пластмассы

Сметанкина А. А.
Научный руководитель – Демина М. Ю.
Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия

Под диэлектрическим нагревом понимают нагрев непроводящих материалов (диэлектриков), а также полупроводников и проводников II рода. Нагрев происходит вследствие поляризации среды и протекания по ней токов сквозной проводимости [1 – 2].

Процессы поляризации в диэлектриках сопровождаются смещением связанных электрических зарядов, образующих ток электрического смещения. Плотность тока смещения, как одной из составляющих полного тока, определяется скоростью изменения вектора электрической индукции $\vec{D}$:

$$\vec{J} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}. \quad (1)$$

Протекание тока смещения вызывает нагрев диэлектриков.

В технике диэлектрического нагрева используют частоты от 5 МГц до 5 ГГц. На частотах 5…300 МГц нагрев выполняют в высокочастотном электрическом поле рабочего конденсатора, к которому подводят напряжение высокой частоты от генератора. Токами сверхвысокой частоты (1…5 ГГц) нагревают в электромагнитном поле (СВЧ-нагрев), создаваемом в волноводах или объемных резонаторах, куда помещают нагреваемый материал [3 – 4].

Особенностью диэлектрического нагрева является объемный ввод энергии в материал, что обеспечивает следующее: теплота выделяется одновременно по всему объему материала, однородного по электрофизическим свойствам, что позволяет в сотни раз ускорить нагрев. Это особенно важно для материалов с низкой теплопроводностью (зерно, мясо, молоко, корма, фрукты, дерево). В неоднородных материалах с помощью диэлектрического нагрева можно осуществлять селективное тепловое воздействие на его отдельные компоненты. При нагреве достигается высокая концентрация мощности в диэлектрике, что позволяет рационализировать и интенсифицировать традиционные процессы, снижать их энергоемкость. К примеру, при диэлектрической сушке температура в центре материала выше, чем на периферии, поэтому потоки влаги, обусловленные разностью температур и влагосодержанием, совпадают.

Области применения диэлектрического нагрева очень широки. В пищевой промышленности и в сельском хозяйстве диэлектрические установки используют для сушки (семян, зерна, чая, фруктов и т.д.); пастеризации и стерилизации (молока, молочных продуктов, фруктовых и ягодных соков, консервной продукции и т.д.); размораживания рыбы, мяса, овощей, фруктов и др.; выпечки хлебобулочных изделий; дезинсекции и обработки семян, шелковичных коконов; борьбы с сорняками.

Широкое применение установки высокочастотного нагрева нашли для сварки пластмасс и других материалов (труб, вулканизации каучука и др.) в машиностроительной, химической, полиграфической, швейной и других отраслях промышленности.

Наряду с явными преимуществами высокочастотного нагрева: экономия основных материалов, улучшение качества изделий, увеличение производительности и долговечности, снижение себестоимости, улучшение условий труда, возможность механизации и автоматизации работ и другими, он имеет ряд недостатков: низкий КПД установок (не выше 0,5), сравнительно высокая стоимость, необходимость использования специальных высокочастотных генераторов.

Количественные закономерности преобразования в диэлектриках электрической энергии в тепловую можно получить из решения системы уравнений Максвелла для электромагнитного поля (1) – (4), использовав теорему Умова-Пойтинга [5].

В диэлектриках электроны и положительные ионы прочно связаны между собой внутриатомными и внутримолекулярными силами и свободные носители электричества практически отсутствуют. Связанные заряды под действием электрического поля смещаются относительно некоторого среднего положения, занимаемого при отсутствии поля. Смещенные в равновесные положения заряды противоположных знаков образуют электрические диполи. В масштабе всего диэлектрика смещение связанных зарядов проявляется как эффект поляризации, характеризующийся вектором поляризации.

В зависимости от природы диэлектриков различают электронную, ионную, дипольную, релаксационную, межслойную, спонтанную и другие виды поляризации, отличающиеся видом электрических диполей и характером их смещения в электрическом поле.

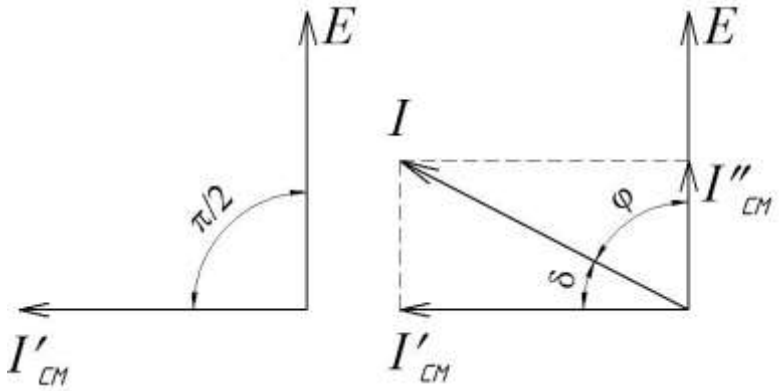
Потери энергии в диэлектриках наблюдаются как при переменном, так и при постоянном напряжении, поскольку в технических материалах обнаруживается сквозной ток утечки, обусловленный электропроводностью.

В переменном электрическом поле происходит непрерывная переориентация диполей с частотой поля. Смещение связанных зарядов в диэлектрике проявляется как ток поляризации, составляющий вместе с током смещения в вакууме полный ток электрического смещения, плотность которого равна

$$\vec{J}_{см} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 \partial \vec{E}}{\partial t} \quad . \tag{2}$$

Электронная и ионная виды поляризации обуславливают энергию электрического поля. Смещение связанных зарядов происходит безынерционно, упруго, без «трения» о соседние элементарные частицы и теплота в диэлектриках не выделяется.

Вектор плотности $\vec{J}_{см}$ тока опережает вектор $\vec{E}$ на угол $\frac{\pi}{2}$ (рисунок 1, а). Такие диэлектрики называют идеальными (без потерь).



а – идеальном б – с потерями

Рисунок 1 – Векторные диаграммы плотности токов в диэлектрике

При дипольной, релаксационной, межслойной и спонтанной поляризации, сопровождающихся смещением ионов, перестройкой или поворотом дипольных молекул, совершается работа по преодолению инерционных сил и межмолекулярного «трения». Часть этой работы расходуется на увеличение тепловых колебаний частиц, т.е. превращается в теплоту. Относительная диэлектрическая проницаемость для этих случаев – величина комплексная

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'' = \varepsilon'\left(1 - j\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right) = \varepsilon'\left(1 - j \cdot tg\delta\right) \quad . \tag{3}$$

Действительная часть ε', называемая диэлектрической проницаемостью, влияет на количество энергии, которая может быть запасена в материале. Мнимая – ε'', называемая фактором потерь, является мерой энергии (теплоты), рассеиваемой в материале. Плотность полного тока электрического смещения в реальном диэлектрике так же величина комплексная:

$$J_{см} = j\omega\varepsilon_0\dot{\varepsilon}\dot{E}. \quad (4)$$

Подставив в выражение (4) значение $\dot{\varepsilon}$, найденное по формуле (3), получим

$$\dot{J}_{см} = j\omega\varepsilon_0\varepsilon'(1 - j\cdot tg\delta) = j\omega\varepsilon_0\varepsilon'E' + \omega\varepsilon_0\varepsilon'E\cdot tg\delta = jJ'_{см} + J''_{см}. \quad (5)$$

Анализ зависимости (5) показывает, что при поляризации с потерями вектор плотности тока смещения опережает вектор $\vec{E}$ на угол φ, меньший, чем $\frac{\pi}{2}$ (рисунок 1, б). Угол δ, дополняющий угол φ до значения $\frac{\pi}{2}$, носит название угла потерь.

В практике используют величину, называемую тангенсом угла потерь

$$tg\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{J''_{см}}{J'_{см}}. \quad (6)$$

Тангенс угла потерь определяет отношение энергии, расходуемой на нагрев к запасенной энергии электромагнитных колебаний.

Мнимая $J'_{см}$ и вещественная составляющая $J''_{см}$ плотности полного тока смещения $\dot{J}_{см}$, представляют собой соответственно ток электрического смещения в идеальном диэлектрике и ток, совпадающий по направлению с вектором напряженности Е поля (подобно току проводимости). Однако величина $J''_{см}$ не является током проводимости в обычном понимании, хотя она и включает ток проводимости диэлектрика, пренебрежительно малый по сравнению с током смещения.

Удельная объемная мощность, поглощаемая в диэлектрике, имеет активно-емкостной характер

$$\dot{S}_{\text{v}} = J^*_{см}\dot{E} = \omega\varepsilon_0\varepsilon'(tg\delta - j)E^2 = p_v - jq_v, \quad (7)$$

где $J^*_{см}$ – комплексно-сопряженное значение полного тока смещения.

С учетом изложенного удельная объемная активная мощность

$$p_{\text{v}} = \omega\varepsilon_0\varepsilon'\cdot tg\delta\cdot E^2 \text{ или } p_{\text{v}} = \omega\varepsilon_0\varepsilon''E^2. \quad (8)$$

Произведение $\varepsilon'\cdot tg\delta$ отражает электрофизические свойства вещества диэлектрика и называется фактором потерь. Величины ε' и $tg\delta$ зависят от температуры вещества, напряженности электрического поля в материале и частоты поля. Подставив в выражение (8) $\omega = 2\pi f$, $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}$ Ф/м, получим:

$$p_{\text{v}} = 55{,}6\cdot10^{-12}\varepsilon'\cdot tg\delta\cdot f\cdot E^2. \quad (9)$$

Таким образом, из формулы (9) следует, что удельная объемная активная мощность, поглощаемая диэлектриком в высокочастотном поле, пропорциональна напряженности электрического поля, фактору потерь и частоте. Напряженность электрического поля в материале зависит от приложенного напряжения, диэлектрической проницаемости и формы электродов.

Следует отметить, что равномерный нагрев по всему объему возможен только для однородного материала. Если же материал неоднороден, т.е. имеются участки с разными значениями ε и $tg\delta$, нагрев этих участков происходит неодинаково. Это свойство используется для избирательного нагрева.

Установки диэлектрического нагрева подразделяют на два вида: собственно установки диэлектрического нагрева, работающие на высокой частоте (ВЧ-установки – частота 66 кГц – 100 мГц), и установки сверхвысокочастотного нагрева (СВЧ-нагрев – частота 1000 мГц и выше). Последние применяются при нагреве диэлектриков со сравнительно малым коэффициентом потерь, нагреве пищевых продуктов.

Выбор рабочих параметров установки определяется рядом физических свойств нагреваемого материала.

Существуют установки диэлектрического нагрева для термообработки пористых резин, предварительного нагрева таблетированных пресс-материалов, нагрева в процессе прессования, термообработки изделий и нагрева перед штамповкой, склеивания термореактивными клеями, обработки сельхозпродуктов и т. д.

Установки диэлектрического нагрева выбирают по колебательной мощности $P_{ген}$ генератора, частоте тока f, допустимой напряженности $E_{доп}$ электрического поля в материале.

Предельное значение $E_{доп}$ устанавливают исходя из условия недопустимости электрического пробоя материала:

$$E_{доп} = \frac{E_{пр}}{1{,}5...2}, \tag{10}$$

где $E_{пр}$ – электрическая прочность материала.

Частоту поля принимают в диапазоне между допустимым минимальным f_{min} и максимальным f_{max} значениями. Значение f_{min} определяется возможностью обеспечения необходимой скорости нагрева $\frac{\Delta t}{\Delta \tau}$ или скорости сушки $\frac{\Delta W}{\Delta \tau}$, задаваемыми технологическими параметрами. Удельная объемная мощность, которую необходимо ввести в материал для обеспечения заданной скорости нагрева

$$p_{\text{v}} = \frac{\gamma c}{\eta_T}\frac{\Delta t}{\Delta \tau}, \tag{11}$$

где η_T – термический КПД, учитывающий потери в рабочем конденсаторе, η_T = 0,80…0,90;

γ и c – плотность и удельная теплоемкость материала.

Величина p_{v}, выраженная через электрические параметры рабочего конденсатора и электрофизические свойства материала, определяется формулой (9). Приравняв правые части выражений (9) и (11) и разрешив полученное равенство относительно частоты, получим

$$f_{min} = \frac{1{,}8 \cdot 10^{10} \gamma \cdot c \cdot \Delta t}{E_{доп}^2 \cdot \varepsilon \cdot tg\delta \cdot \Delta\tau \cdot \eta_T}. \tag{12}$$

При увеличении частоты, уменьшается E, а следовательно, увеличивается надежность технологического процесса. Вместе с тем повышать частоту нецелесообразно, если при этом фактор потерь резко уменьшается. Кроме того с повышением частоты усложняется согласование параметров нагрузки и генератора.

Максимальную частоту находят из условия возможности настройки рабочего колебательного контура в резонанс:

$$f_{min} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{min}C_{min}}}, \tag{13}$$

где L_{min} и C_{min} – минимально возможные индуктивность и емкость колебательного контура.

Колебательная мощность генератора

$$P_{ген} = \frac{p_v V}{\eta_T \cdot \eta_K \cdot \eta_L}. \quad (14)$$

Мощность, потребляемая из сети

$$P_{потр} = \frac{P_{ген}}{\eta_{ген}} = \frac{P_{пол}}{\eta_T \cdot \eta_K \cdot \eta_L \cdot \eta_{ген}} \quad (15)$$

где $\eta_{ген}$ – КПД генератора, $\eta_{ген}$ = 0,65…0,75;

η_K – КПД колебательного контура, η_K = 0,65…0,70;

η_L – КПД линии, связывающей выводы генераторной лампы с контуром, η_L = 0,90…0,95.

Произведем расчет частоты колебательного контура установки для диэлектрического нагрева пластмассовой заготовки от температуры $t_1 = 20^0$С до температуры $t_1 = 80^0$С. Желаемое время нагрева $\Delta\tau = 1$ мин. Свойства нагреваемой пластмассы: плотность $\gamma = 1900$ кг/м^3, удельная теплоемкость $c = 2100$ Дж/(кг·^{0}С), относительная диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 6$, тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta = 0{,}05$. Допустимая напряженность электрического поля для данного материала $E_{доп} = 0{,}81 \cdot 10^5$ В/м; η_T = 0,90.

Для расчета рабочей частоты используем формулу (12)

$$f_{min} = \frac{1{,}8 \cdot 10^{10} \cdot 1900 \cdot 2100 \cdot (80 - 20)}{(0{,}81 \cdot 10^5)^2 \cdot 6 \cdot 0{,}05 \cdot 60 \cdot 0{,}9} = 40{,}54 \cdot 10^6$$ Гц.

Предположим, что объем нагреваемой заготовки $V = 3 \cdot 10^{-3}$ м^3; $\eta_{ген}$ = 0,75; η_K = 0,70; η_L = 0,95, тогда удельная объемная мощность

$$p_v = \frac{1900 \cdot 2100 \cdot 60}{0{,}9 \cdot 60} = 4{,}43 \cdot 10^6$$ Вт/м^3,

мощность генератора установки

$$P_{ген} = \frac{6{,}65 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{0{,}9 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}95} = 33{,}3 \cdot 10^3$$ Вт = 33,3 кВт,

потребляемая установкой мощность

$$P_{потр} = \frac{P_{ген}}{\eta_{ген}} = \frac{33{,}3}{0{,}75} = 44{,}4$$ кВт.

Таким образом, по расчетным значениям рабочей частоты генератора, его колебательной мощности и потребляемой мощности можно подобрать установку для диэлектрического нагрева пластмассовой заготовки с заданными параметрами.

Библиографический список:

1. Куликова, Л.В. Электротехнология [Текст] / Л.В. Куликова, А.А. Багаев, Е.В. Титов: М., Издательство Директ-Медиа. – 2025. – 392 с.
2. Кувалдин, А.Б. Теория индукционного и диэлектрического нагрева: Учебное пособие. – [Текст] / А.Б. Кувалдин: М., Издательство МЭИ. – 1999. – 80 с.
3. Болотов, А.В. Электротехнологические установки : Учеб. для вузов [Текст] / А.В. Болотов, Г.А. Шепель. : М., Высш.шк. – 1988. – 336 с.
4. Рубцов, В.П. Электротехнологические установки специального назначения: Учебное пособие. – [Текст] / В.П. Рубцов, Н.Г. Батов :М., Издательство МЭИ. – 2006. – 64 с.
5. Трофимова, Т.И. Физика [Текст] / Трофимова Т.И.: КноРус. – 2023. –272 с.

УДК 536.21

Исследование наилучшего варианта компоновки ячеек оребрения при разных видах внешнего холодного источника

Любимов П. В.
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,
г. Санкт-Петербург, Россия

При всех своих возможностях термоэлектрический преобразователь не может эффективно существовать без качественной системы охлаждения. В процессе работы элемент Пельтье преобразует температурный потенциал в напряжение или наоборот, величина этого потенциала, разности температур на керамических обкладках, обуславливает эффективность элемента. Задача по повышению температурного потенциала сводится к обеспечению поверхности охлаждением, обычно применяются радиаторы, однако, возникает вопрос, использовать капитал для покупки качественного гибридного оребрения или использовать классическое цельное оребрение. Отчасти эту проблему можно решить, используя модульное разбиение, подобрав его верную компоновку. [1].

Для термоэлектрического преобразователя используется ребристая поверхность, разбитая на четыре ячейки, различной ориентацией которых по отношению к внешнему маломощному холодному источнику, определяется их наилучшее расположение, позволяющее рассеивать максимальное количество тепла с поверхности элемента. Для проведения исследования в программной среде SolidWorks задаются полнотелые модели элемента Пельтье и базовой ячейки радиатора рис. 1 [2].

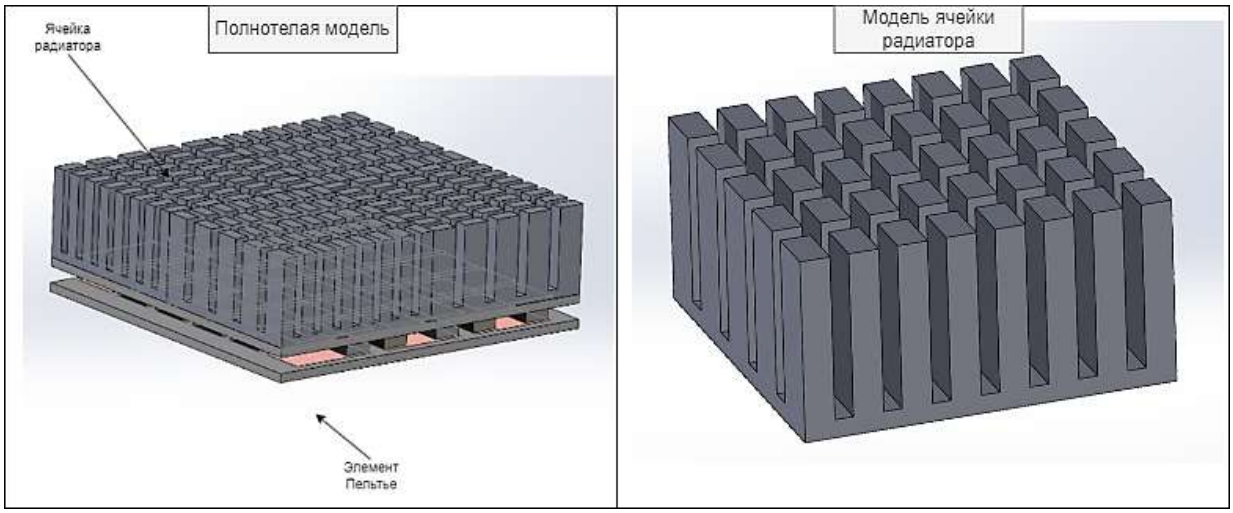


Рисунок 1 - Полнотелые модели

Направление потока внешнего холодного источника в виде вентилятора, определяет первичный ряд, область входа потока перпендикулярна боковой поверхности ячейки радиатора, на керамической обкладке, примыкающей к задней поверхности радиатора, задается поверхностный тепловой источник. Формирование каналов по отношению к потоку представлено на рис. 2. Для заданных моделей и граничных условий строятся четыре варианта компоновки ячеек радиатора рис. 3.

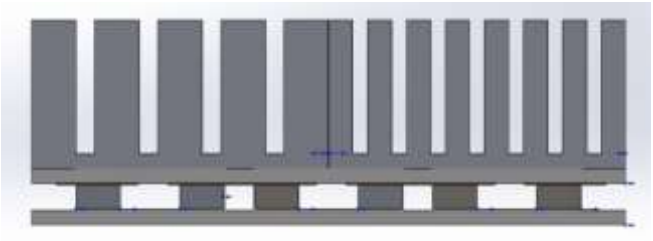


Рисунок 2 - Формирование каналов

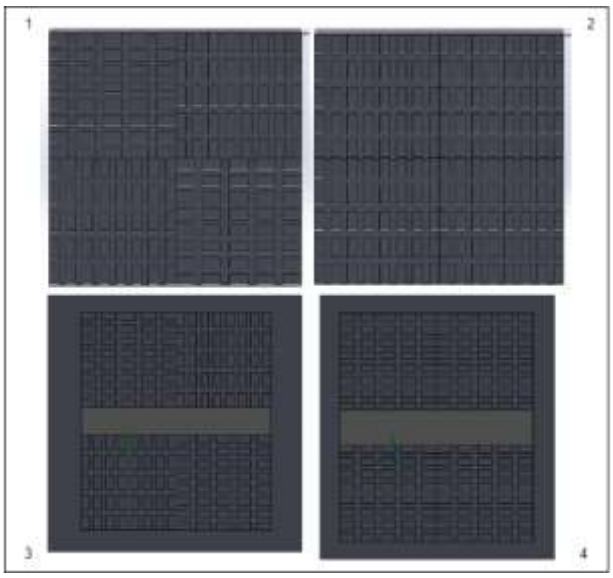


Рисунок 3 - Компоновка ячеек

Для заданных вариантов проводится моделирование процесса теплоотвода дополнительными поверхностями при наличии регулярного однонаправленного внешнего холодного источника, заданные параметры таблица 1.

Таблица 1 – Заданные параметры

Параметр	Значение
Материал ячейки радиатора	Алюминий
Количество тепла на поверхности пластины Пельтье	10 Вт
Количество ячеек	4
Температура воздуха холодного источника	20°C
Размеры AxB	20x20 мм

Результаты моделирования представлены на рис. 5, для каждого варианта сняты 2 картины формирования температурного поля, второй ряд соответствует плоскости у вершины ребра пассивной системы отвода тепла, первый ряд картин соответствует плоскости близкой к основанию ячеек.

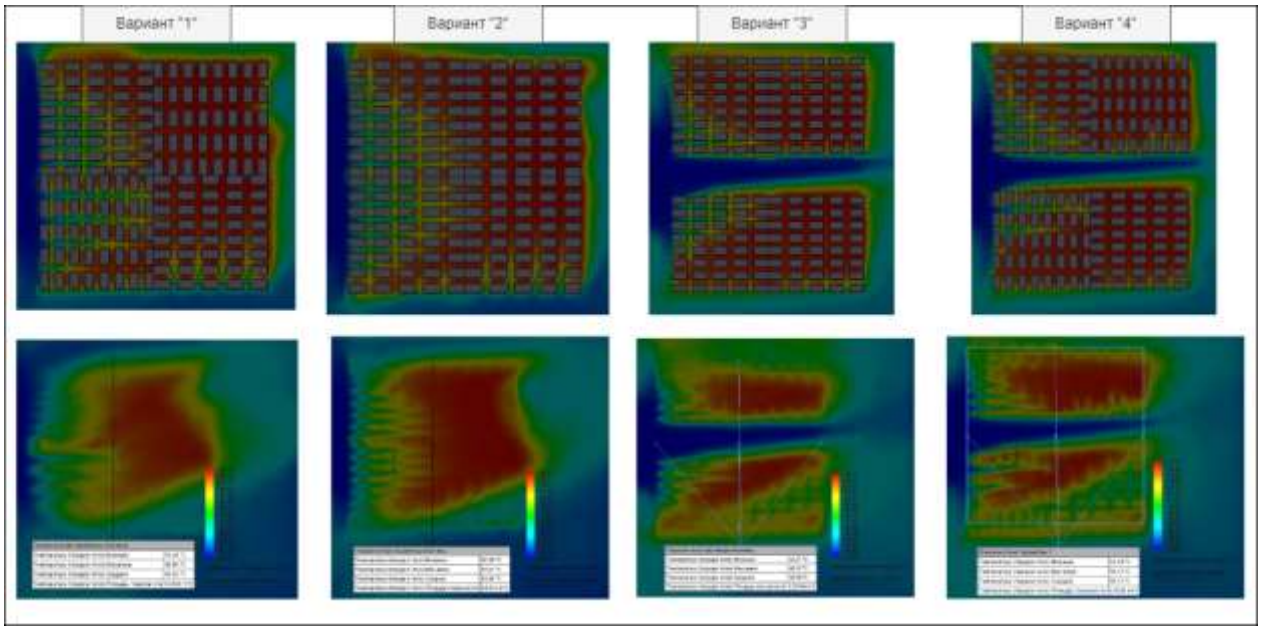


Рисунок 5 - Температурное поле каждого варианта конфигурации ячеек радиаторов

Сравнивая полученные результаты моделирования, формирование полей и температуры всех вариантов, можно заключить что наилучшим вариантом компоновки является вариант “2”. Не создавая дополнительных помех для потока, задействуя максимальную площадь контакта, эта конфигурация обеспечивает максимальное рассеивание тепла и наиболее эффективный вариант теплообмена между потоком и поверхностью. Численные результаты рис. 6.

Модель	Параметр	Обозначение	Значение	Модель	Параметр	Обозначение	Значение
Вариант “1”	Температура поверхности (макс.)	°C	56,9	Вариант “3”	Температура поверхности (макс.)	°C	60,32
Вариант “1”	Температура поверхности (мин.)	°C	52,48	Вариант “3”	Температура поверхности (мин.)	°C	55,97
Вариант “1”	Температура поверхности (ср.)	°C	55,2	Вариант “3”	Температура поверхности (ср.)	°C	58,69
Вариант “1”	Площадь поверхности	$м^2$	0,0034	Вариант “3”	Площадь поверхности	$м^2$	0,0034
Вариант “2”	Температура поверхности (макс.)	°C	55,61	Вариант “4”	Температура поверхности (макс.)	°C	58,12
Вариант “2”	Температура поверхности (мин.)	°C	50,94	Вариант “4”	Температура поверхности (мин.)	°C	54,34
Вариант “2”	Температура поверхности (ср.)	°C	53,85	Вариант “4”	Температура поверхности (ср.)	°C	56,73
Вариант “2”	Площадь поверхности	$м^2$	0,0034	Вариант “4”	Площадь поверхности	$м^2$	0,0034

Рисунок 6 - Численные результаты

Для случая с нерегулярным внешним источником, имеющим радиальное распределение, выбираются наилучшие варианты “1” и “2” эксперимент показывает способность первой конфигурации к наилучшему распределению потока в этом случае, который может соответствовать использованию преобразователя на открытом воздухе, а сам холодный источник по всем своим заданным параметрам может соответствовать естественному течению воздуха. Натурная модель рис. 6.

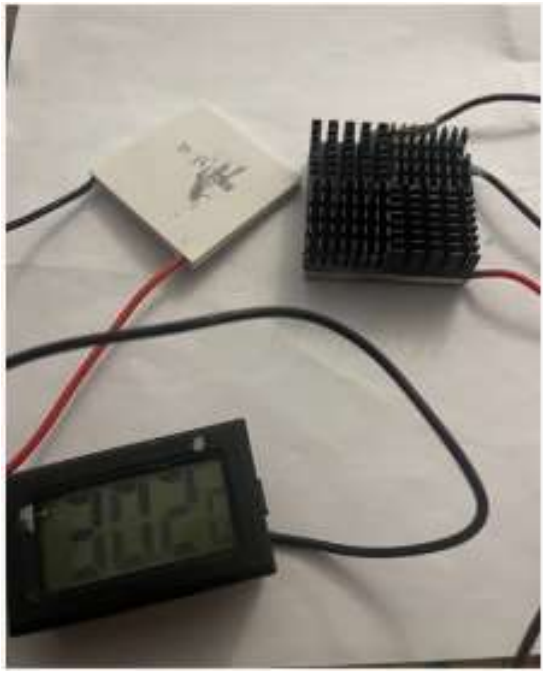


Рисунок 7 - Экспериментальная модель

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Численные результаты

Модель	Параметр	Обозначение	Значение
Вариант базовой модели	Температура поверхности	°C	33,63
Вариант “2”	Температура поверхности	°C	31,4
Колебательный внешний источник (изменяемая поверхность контакта) - конфигурация вариант "1"	Температура поверхности	°C	30,5

Эта работа и ее результаты обосновывают возможность создания гибридного оребрения из одного типа ребра, разбивая его на ячейки и, формируя компоновку, удовлетворяющую разным условиям эксплуатации, как термоэлектрических преобразователей, так и других систем, снабжаемых системами охлаждения в форме оребрения.

Библиографический список:

1. Аметистов Е.В., Белосельский Б.С., Емцев Б.Т., Клименко А.С., Комендантов А.С., Круг Г.К., Лабунцов Д.А., Махров В.В., Морозкин В.П., Охотин В.С., Павлов Ю.М., Протопопов В.С., Реутов Б.Ф., Созиев Р.И., Сычев В.В., Тимрот Д.Л., Тоцкий В.Е., Чистяков В.С., Чичков В.В., Шпильрайн Э.Э., Шурыгин А.П., Ягов В.В: теоретические основы теплотехники теплотехнический эксперимент. – Москва: Изд-во Энергоатомиздат, 1988. – 543 с
2. SolidWorks Flow Simulation Tutorial // MySolidWorks: информ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://my.solidworks.com/training/elearning/69/solidworks-flow-simulation (дата обращения 23.09.2024).

УДК 543.42:543.544.45: 665.61

Инфракрасная спектрометрия в изучении нефтей и битумоидов

Очилов А. В.
Научный руководитель – Ильясов В. Х.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Введение

Инфракрасная спектрометрия (ИК-спектрометрия) – один из наиболее распространенных методов анализа органических соединений. Он основан на способности молекул поглощать инфракрасное излучение при определенных длинах волн, что позволяет получать уникальные спектральные характеристики вещества.

Что такое инфракрасная спектрометрия (ИК-спектрометрия)? ИК-спектрометрия – аналитический метод, использующий взаимодействие инфракрасного (ИК) излучения с молекулами вещества. Каждая молекула поглощает ИК-лучи на специфических длинах волн, соответствующих колебаниям химических связей. В результате получается спектр, содержащий информацию о составе и структуре вещества.

Применение в нефтехимии и геохимии: Используется для исследования состава и структуры нефти, нефтепродуктов и битумоидов. Позволяет выявлять содержание различных классов соединений в нефти: алифатические и ароматические углеводороды, кислород-, серо- и азотсодержащие соединения. Применяется в геохимии для изучения происхождения и трансформации органического вещества в природных условиях. Позволяет проводить мониторинг изменений битумоидов под воздействием температуры, окисления и других факторов.

Основы инфракрасной спектрометрии - ИК-спектрометрия – метод аналитической химии, основанный на измерении поглощения инфракрасного (ИК) излучения веществом. Этот метод позволяет получать информацию о структуре молекул, их составе и химических связях.

Принцип работы ИК-спектрометрии. Взаимодействие инфракрасного излучения с веществом - Инфракрасное излучение охватывает диапазон длин волн примерно от 0,78 до 1000 мкм и делится на три области: Ближний ИК-диапазон (0,78–2,5 мкм) – используется для анализа водных растворов и органических соединений. Средний ИК-диапазон (2,5–25 мкм) – основной диапазон для идентификации функциональных групп. Дальний ИК-диапазон (25–1000 мкм) – применяется для изучения полимеров и неорганических соединений.

Основные характеристики спектров. 1. Длина волны и волновое число - Длина волны (λ) измеряется в микрометрах (мкм) или нанометрах (нм). ВИК-спектроскопии чаще используется волновое число ($\bar{\nu}$). Волновое число удобно использовать, так как оно линейно связано с энергией излучения. 2. Интенсивность полос поглощения - Сильные полосы (высокий пик на спектре) соответствуют связям с высокой дипольной активностью (например, C=O, O-H). Слабые полосы характерны для симметричных молекул или слабых колебаний (например, C-H в алифатических соединениях).

Особенности нефтей и битумоидов: Что такое нефти и битумоиды? Нефти и битумоиды представляют собой сложные природные углеводородные смеси, широко используемые в энергетике, химической промышленности и строительстве.

Состав.Основные компоненты: Углеводороды – алканы, циклоалканы, ароматические соединения. Гетероатомные соединения – содержащие кислород, серу, азот (спирты, кислоты, тиолы, амины и др.). Смолы и асфальтены – высокомолекулярные полярные соединения, определяющие вязкость и стабильность нефти.Сложность химического состава: Каждая нефть уникальна по своему составу в зависимости от месторождения и условий формирования.Битумоиды (природные или искусственные) – более тяжелые остаточные продукты переработки нефти, характеризуются высоким содержанием смолисто-асфальтеновых соединений.

Проблемы анализа: Анализ нефтей и битумоидов сложен из-за их гетерогенности и многообразия химических соединений.

Идентификация функциональных групп: Функциональные группы (карбонильные, гидроксильные, сульфидные и др.) оказывают влияние на свойства нефти. Определение их содержания помогает понять процессы окисления, деградации и возможные пути переработки. ИК-спектрометрия позволяет эффективно решать эти задачи, идентифицируя основные классы соединений и давая представление о структурных изменениях в нефтях и битумоидах.

Применение ИК-спектрометрии в анализе нефтей

ИК-спектрометрия – один из наиболее эффективных методов для анализа состава нефти. Она позволяет идентифицировать функциональные группы, исследовать структурные особенности углеводородов и оценивать процессы окисления и деградации.

Идентификация функциональных групп - Нефть содержит широкий спектр органических соединений, различающихся по химическому составу и структуре.

ИК-спектрометрия в изучении битумоидов - ИК-спектрометрия является мощным инструментом для анализа битумоидов, поскольку позволяет исследовать их состав, структуру и химические изменения в процессе эксплуатации.

Анализ битумоидов. Определение состава и структуры - Битумоиды представляют собой сложные смеси высокомолекулярных соединений, включающих: Ароматические углеводороды – определяют стабильность и прочность битумоидов. Смолистые вещества – влияют на вязкость и пластичность. Асфальтены – высокомолекулярные полярные соединения, ответственные за устойчивость структуры.

ИК-спектрометрия позволяет: Выявлять содержание полярных функциональных групп (карбонильные, гидроксильные, сульфидные соединения). Определять соотношение алифатических и ароматических соединений, что влияет на механические свойства материала.

Примеры спектров битумоидов: Характерные полосы поглощения - Типичные спектры битумоидов содержат несколько ключевых полос: 3000-2800 $см^{-1}$ – валентные колебания C-H в алифатических углеводородах. 1600-1500 $см^{-1}$ – колебания C=C в ароматических структурах. 1700-1650 $см^{-1}$ – карбонильные группы (C=O) в смолах и асфальтенах. 1300-1000 $см^{-1}$ – C-O группы, характерные для сложных эфиров и фенолов.

Преимущества ИК-спектрометрии -ИК-спектрометрия широко применяется в анализе нефтей и битумоидов благодаря ряду значительных преимуществ.

Высокая чувствительность - Метод позволяет выявлять даже незначительные концентрации функциональных групп в сложных смесях.Чувствителен к структурным изменениям и процессам окисления, что важно для оценки качества нефтепродуктов.

2. Быстрота анализа - Исследование спектра занимает считанные минуты, что делает метод удобным для оперативного контроля состава. Минимальная подготовка образца позволяет ускорить процесс анализа.

3. Возможность работы с малыми количествами образца - Для анализа требуется всего несколько миллиграммов вещества, что особенно важно при исследовании ценных или трудно добываемых образцов. Применение современных методов, таких как АТР (аттенуированное полное внутреннее отражение), позволяет анализировать небольшие количества образца без сложной подготовки.

4. Неразрушающий метод - ИК-спектрометрия не изменяет химический состав образца, что позволяет проводить повторные исследования.

Ограничения метода - Несмотря на многочисленные преимущества, ИК-спектрометрия имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при анализе нефтей и битумоидов.

1. Сложность интерпретации спектров - Спектры нефтей и битумоидов содержат множество перекрывающихся полос, что затрудняет точную идентификацию отдельных соединений. Для интерпретации данных требуется специализированный опыт и сравнение с эталонными спектрами. Некоторые функциональные группы могут давать слабые сигналы или скрываться за более интенсивными полосами, что усложняет анализ.

2. Необходимость подготовки образцов - В некоторых случаях требуется разведение или нанесение образца на подложку, что может вносить дополнительные погрешности. Высоковязкие и твердые битумоиды не всегда можно анализировать напрямую, и их приходится подвергать дополнительной обработке (например, растворять в органических растворителях). В методах трансмиссионной ИК-спектрометрии необходимо создание тонких пленок или таблеток с KBr, что усложняет процесс подготовки.

3. Влияние примесей на результаты - Наличие воды, растворителей и других примесей может исказить спектры и повлиять на интерпретацию данных. Окисление образца или его взаимодействие с окружающей средой может привести к появлению дополнительных полос, не относящихся к исходному составу вещества. В гетерогенных системах (таких как битумоиды) разная степень дисперсности компонентов может приводить к вариациям в спектрах.

Примеры исследований

ИК-спектрометрия активно используется в нефтехимии и геохимии для исследования состава нефтей и битумоидов. Метод позволяет идентифицировать функциональные группы, изучать структурные изменения и оценивать степень окисления под воздействием внешних факторов.

1. Анализ состава нефтей разных месторождений - Исследование нефти из различных месторождений позволяет: Определять содержание ароматических и алифатических соединений, что помогает классифицировать нефти по их химическому составу. Выявлять примеси кислородсодержащих, серосодержащих и азотсодержащих соединений, влияющих на качество нефти и её переработку. Сравнивать спектры нефти с референтными данными, чтобы установить происхождение углеводородов и возможные пути миграции нефти в недрах. Пример: В исследованиях нефтей Западной Сибири ИК-спектрометрия помогла определить высокое содержание карбонильных (C=O) и гидроксильных (OH) групп, что свидетельствовало о частичной биодеградации сырья.

2. Изучение изменений в битумоидах под воздействием внешних факторов - Битумоиды широко применяются в строительстве, и их стабильность важна для долговечности материалов. ИК-спектрометрия позволяет: Анализировать процессы старения битумов, выявляя окисление (появление карбонильных групп в области 1700 $см^{-1}$). Отслеживать структурные изменения после термического и ультрафиолетового воздействия. Определять содержание асфальтенов и смол, влияющих на адгезионные и пластические свойства материалов. Пример: В исследованиях дорожных покрытий ИК-спектрометрия показала, что под действием ультрафиолета происходит разложение алифатических соединений и рост концентрации карбонильных соединений, что приводит к увеличению хрупкости битума.

Заключение

ИК-спектрометрия зарекомендовала себя как эффективный и универсальный метод анализа нефтей и битумоидов, предоставляя ценные данные о составе и структуре сложных углеводородных смесей. Итоги: ИК-спектрометрия — мощный аналитический инструмент для нефтехимии и геохимии, позволяющий изучать молекулярный состав углеводородов. Метод позволяет определять функциональные группы, анализировать структурные особенности соединений и выявлять процессы окисления и деградации. Применяется для идентификации компонентов нефтей, контроля качества битумных материалов и изучения их изменений под воздействием внешних факторов.

Вывод: ИК-спектрометрия играет ключевую роль в исследовании нефтей и битумоидов, предоставляя быструю, точную и неразрушающую информацию о химическом составе. Дальнейшее развитие метода и его интеграция с современными аналитическими подходами повысит точность и информативность анализа, открывая новые возможности для нефтехимической промышленности и науки.

Библиографический список:

1. Silverstein R.M., Webster F.X. Spectrometric Identification of Organic Compounds.
2. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The Biomarker Guide.
3. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти.

УДК 535.3

Лазер как физическое явление в военном деле

Слепухин М. К., Дрожжин П. О.
Научный руководитель - Шамбулина В. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотации. Применение физических законов в современных военных технологиях. Основываясь на знаниях принципов стимулированной эмиссии, инверсии населенности и когерентности, специалисты в области лазерной физики создают устройства, способные эффективно использовать световую энергию для решения задач целеуказания, поражения целей и передачи данных. Лазеры, благодаря своей высокой точности и скорости, стали ключевым элементом в системах противоракетной обороны, лазерном оружии и военной связи, обеспечивая значительное преимущество на поле боя.

Ключевые слова: стимулированная эмиссия; инверсия населенности; когерентность; резонанс; монохроматичность; оптический резонатор; фотоны; энергетические уровни; усиление света.

Одно из самых впечатляющих достижений науки и техники - это лазер. Лазер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — усиление света посредством вынужденного излучения) — это устройство, которое генерирует узконаправленный, когерентный и монохроматический луч света. В отличие от обычных источников света, таких как лампы накаливания или светодиоды, лазерный свет обладает уникальными свойствами: монохроматичность, лазер излучает свет одной определенной длины волны; когерентность, все фотоны в лазерном луче имеют одинаковую фазу и направление; высокая направленность, лазерный луч практически не рассеивается, что позволяет передавать энергию на большие расстояния.

Лазер состоит из трех основных компонентов: активная среда, это материал, в котором происходит усиление света, (газообразной, жидкой или твердой); источник накачки, это устройство, которое обеспечивает энергию для возбуждения атомов активной среды; оптический резонатор, это система из двух зеркал, расположенных на концах активной среды, одно зеркало полностью отражает свет, а другое — частично пропускает его, формируя лазерный луч.

Работа лазера основана на нескольких ключевых физических явлениях, которые делают его уникальным устройством:

Процесс, при котором атомы, находящиеся в возбужденном состоянии, самопроизвольно переходят в основное состояние, испуская фотоны называется спонтанной эмиссией. Этот процесс происходит случайным образом, и излучаемые фотоны имеют разные фазы и направления, что приводит к некогерентному свету. Примером спонтанной эмиссии является свечение ламп накаливания или светодиодов.

Стимулированная эмиссия — это процесс, при котором фотон, проходящий мимо возбужденного атома, вызывает излучение второго фотона с той же частотой, фазой и направлением, этот процесс является основой усиления света в лазере; спонтанная эмиссия, в обычных условиях атомы излучают фотоны случайным образом, что приводит к некогерентному свету (рис. 1).

Энергия фотона связана с частотой света:

$$E = h \cdot \nu,$$

где E - энергия фотона,

h - $6.626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с (постоянная Планка),

ν - частота света (Гц).

Пример для видимого луча света (длины волны n = 500 нм = $5 \cdot 10^{-7}$ м):

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 6 \cdot 10^{14} \text{Гц},$$

$$E = 6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 6 \cdot 10^{14} = 3.98 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Рисунок 1

Состояние, при котором количество атомов в возбужденном состоянии превышает количество атомов в основном состоянии, называется инверсией населенности. Это состояние необходимо для того, чтобы стимулированная эмиссия преобладала над поглощением. Инверсия населенности достигается за счет источника накачки, который передает энергию активной среде лазера. Инверсия населенности достигается, когда:

$$E2 > E1,$$

где E2 - количество атомов в возбужденном состоянии,

E1 - количество атомов в основном состоянии.

Пример для рубинового лазера (Al_2O_3 с примесью Cr^{3+}):

При накачке импульсной лампой достигается:

$$E_2 = 10^{18} \text{ см}^{-3},$$

$$E_1 = 10^{15} \text{ см}^{-3}.$$

Таким образом $E_2 > E_1$, что обеспечивает инверсию (рис. 2).

Явление, при котором система отвечает на внешние воздействия с максимальной амплитудой, когда частота внешнего воздействия совпадает с собственной частотой системы, называется резонансом. В лазере резонанс играет ключевую роль в усилении света (рис. 3).

Рисунок 2

Резонансная частота определяется формулой:

$$n = c/\lambda,$$

где ν - частота,

c - скорость света,

λ - длина волны.

Пример для оптического резонатора, если его длина будет L = 30 см, то длина волны определяется:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} (n = 1,2,3, \dots).$$

Для n=1:

$$N_1 = 0{,}6 \text{ м} = \nu_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{0{,}6} = 5 \cdot 10^8 \text{ Гц}.$$

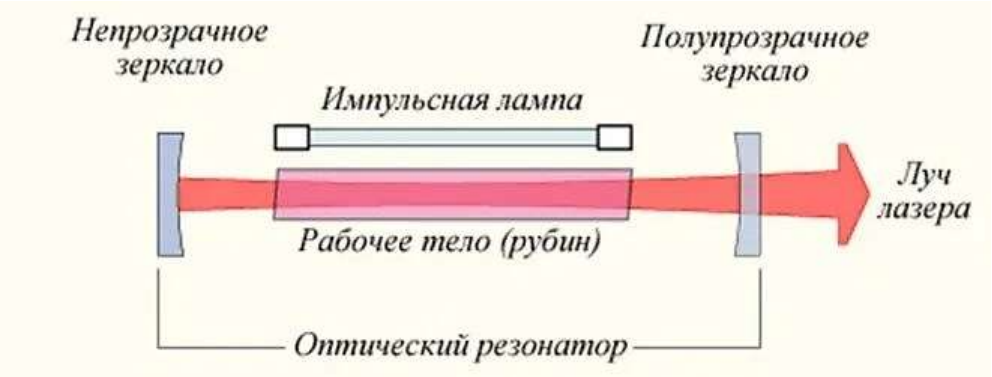


Рисунок 3

Свойство волн (включая световые волны) сохранять постоянные фазы и частоты во времени и пространстве, называется когерентностью (рис. 4). Лазерный свет обладает высокой степенью когерентности, что делает его уникальным.

Длина когерентности определяется как:

$$Lc=c/\Delta\nu,$$

где Lc - длина когерентности,

$\Delta\nu$ - ширина спектральной линии.

Расчет для твердотельного лазера ($\Delta\nu$ = 120 ГГц = 120 · 10^9 Гц):

$$L_c = \frac{3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^9} = 0.0025 \text{ м} = 2.5 \text{ мм}.$$

Рисунок 4

Лазеры нашли широкое практическое использование в военных технологиях благодаря своим уникальным свойствам: высокой точности, скорости и когерентности. К основному виду применения относят лазерные целеуказатели, которые используются для точного наведения оружия на цель (рис. 5). Они работают на основе лазерных диодов, излучающих свет в видимом или инфракрасном диапазоне. Эти устройства играют ключевую роль в современных военных технологиях, обеспечивая высокую точность поражения целей даже в сложных условиях.

Рисунок 5

Для условий применения целеуказатели имеют несколько видов, такие как портативные или интегрированными в более крупные системы. Они различаются по мощности, длине волны излучения и дальности действия которые в свою очередь делятся на: видимые лазерные целеуказатели, которые используются для наведения в условиях хорошей видимости. Их лучи видны невооруженным глазом, что позволяет операторам визуально контролировать процесс наведения; инфракрасные лазерные целеуказатели, работающие в невидимом для человеческого глаза диапазоне. Они используются для скрытного наведения.

У лазеров также различают свои плюсы и минусы. Из положительного, это: высокая точность, скорость наведения, возможность использования на различных типах оружия. Из отрицательного: зависимость от погодных условий, восприимчивость к помехам при помощи лазерных глушителей и систем подавления, ограниченная дальность, зависящая от мощности самого лазера.

Применение лазеров является очень значимым для непрерывного сотрудничества между наукой и военными структурами, чтобы достигнуть достижения новых высот в обеспечении безопасности нашей страны.

Библиографический список:
1. Применение лазеров в военном деле [Текст]: Сборник пер. статей [с англ.] / Сост. и пер. канд. техн. наук В. Н. Чернышев. - Москва: Воениздат, 1966. – С. 126.
2. Одна из перспектив применения лазерных технологий в военном деле / Г. П. Калач, А. И. Алешин, Г. А. Савелов [и др.]. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 21 (311). — С. 499-501.
3. https://www.poi.dvo.ru/sites/default/files/News/Лазеры%20и%20их%20применение_web.pdf
4. Слепнев А.В. Лазерные технологии в военном деле. — М.: Воениздат, 2005.

УДК 621.315.375

Перспектива разработки квантового компьютера

Дрожжин П. О., Слепухин М. К.
Научный руководитель - Шамбулина В. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотации. В данной работе рассматриваются основные принципы и потенциал квантовых вычислений, с акцентом на сравнение классических и квантовых алгоритмов. Особое внимание уделяется алгоритму Шора для факторизации больших чисел, который демонстрирует значительное преимущество квантовых компьютеров над классическими в решении определенных задач. Обсуждение современных вызовов и перспектив развития квантовых технологий, их влияние на криптографию, медицину и материаловедение.

Ключевые слова: классические алгоритмы, квантовые вычисления, алгоритм Шора, факторизация чисел, квантовая запутанность, вычислительная сложность.

Топологический квантовый компьютер представляет собой один из теоретических видов квантовых компьютеров, который использует топологические состояния для выполнения вычислений. Основная идея заключается в том, что топологические свойства системы остаются неизменными при деформациях, что позволяет сохранять квантовую информацию устойчивой к помехам и ошибкам.

Квантовые компьютеры работают на основе принципов квантовой механики, используя кубиты, которые могут находиться в состоянии суперпозиции, то есть одновременно представлять 0 и 1. Это позволяет им выполнять вычисления с высокой параллельностью и эффективностью, что делает их мощными для решения сложных задач.

Основные принципы работы квантового компьютера.

Кубиты: в отличие от классических битов, которые могут быть либо 0, либо 1, кубиты могут находиться в состоянии суперпозиции, что позволяет им представлять одновременно оба состояния.

Суперпозиция: кубиты могут находиться в суперпозиции, что позволяет квантовым компьютерам обрабатывать множество возможных решений одновременно. Это свойство значительно увеличивает вычислительную мощность по сравнению с классическими компьютерами.

Запутанность: кубиты могут быть запутаны, что означает, что состояние одного кубита зависит от состояния другого, даже если они находятся на большом расстоянии друг от друга. Это свойство используется для создания квантовых систем, которые могут выполнять сложные вычисления.

Квантовые вентили: для выполнения операций над кубитами используются квантовые вентили, которые представляют собой аналог классических логических операций. Квантовые вентили могут быть однокубитными или двухкубитными и позволяют манипулировать состояниями кубитов.

Измерение: при измерении состояния кубита происходит коллапс суперпозиции, и кубит принимает одно из своих граничных состояний (0 или 1) с определенной вероятностью, определяемой амплитудами a и b.

Сравнение с классическими компьютерами.

Логика: классические компьютеры используют детерминированные биты (0 и 1), в то время как квантовые компьютеры используют вероятностные состояния кубитов.

Вычислительная мощность: квантовые компьютеры могут решать задачи, которые требуют экспоненциального времени на классических компьютерах, за полиномиальное время благодаря параллельной обработке состояний.

Алгоритмы: квантовые алгоритмы, такие как алгоритм Шора для факторизации, используют уникальные свойства квантовых систем для достижения значительных улучшений по сравнению с классическими алгоритмами.

Квантовые компьютеры, использующие алгоритм Шора, значительно превосходят классические компьютеры в задачах факторизации больших чисел, позволяя выполнять вычисления за полиномиальное время. В то время как классические алгоритмы могут требовать экспоненциального времени, что делает квантовые системы более эффективными для определенных задач.

Принцип работы алгоритма Шора заключается в использовании квантового параллелизма и интерференции для эффективного нахождения периода функции, связанной с факторизуемым числом. Зная период, можно найти простые множители числа.

Алгоритм Шора состоит из двух частей: классической и квантовой.

Классическая часть выполняется на классическом компьютере и предназначена для подготовки данных и анализа результатов. Она играет важную роль в предварительной обработке данных и последующей интерпретации выходных данных квантовой части алгоритма.

Квантовая часть использует принципы квантовой механики, такие как суперпозиция (возможность кубитов находиться в нескольких состояниях одновременно) и интерференция (взаимодействие вероятностей различных квантовых состояний). Эти принципы позволяют квантовому компьютеру параллельно обрабатывать множество данных и усиливают вероятность правильных ответов, что существенно ускоряет процесс факторизации.

Классический алгоритм перебора

Цель: найти простые делители числа n

Обозначения: n – число, которое нужно факторизовать, d – потенциальный делитель.

Алгоритм:

1. Перебираем все числа от 2 до √n.
2. Проверяем, делится ли n на d без остатка.
3. Если n делится на d, то d – делитель n.

Пример:

n = 15.

1. Перебираем все числа от 2 до √15 ≈ 3.8715 ≈ 3.87.
2. Проверяем, делится ли n на каждое из этих чисел.

Расчеты:

1. Проверяем делители: 2 и 3.
2. Находим, что 3 является делителем 15.
3. Количество шагов: 2 (проверка 2 и 3).

Квантовый алгоритм Шора

Цель: найти период функции для факторизации числа n.

Шаги:

1. Выбираем случайное число x, взаимно простое с n.
2. Используем квантовый компьютер для нахождения периода r функции

$$f(a) = x^a \ mod \ n$$

Формула:

Количество шагов: $O((\log n)^3)$, так как квантовый алгоритм Шора использует квантовую трансформацию для нахождения периода, что требует $O((\log n)^2)$ операция, и для надежного нахождения периода требуется повторить процесс $O(\log n)$ раз.

Расчеты:

Для числа n = 15.

$$log_2(15) \approx 3.91$$

Количество шагов: $(log_2(15))^3 \approx 59.3$

Сравнение:

Классический алгоритм: 2 шага для n = 15.

Квантовый алгоритм Шора: около 59.3 шагов для n=15.

Рассмотрим пример с большим числом, чтобы продемонстрировать преимущество квантового алгоритма Шора по сравнению с классическим алгоритмом перебора. Возьмем для примера число n = 1.000.000.

Классический алгоритм перебора:

Цель: найти делители числа n.

Шаги:

1. Перебираем все числа от 2 до √1.000.000 = 1000.
2. Проверяем, делится ли n на каждое из этих чисел.

Расчеты:

Количество шагов: проверяем все числа от 2 до 1000 = 999

Квантовый алгоритм Шора

Цель: найти период функции для факторизации числа n.

Шаги:

1. Выбираем случайное число x, взаимно простое с n.
2. Используем квантовый компьютер для нахождения периода r функции

$$f(a) = x^a \ mod \ n$$

Расчеты:

$$log_2 1.000.000 \approx 19.93$$

Количество шагов: $(log_2(1.000.000))^3 \approx 7.888$

Сравнение:

Классический алгоритм: 999 шагов для n = 1.000.000.

Квантовый алгоритм Шора: около 7,888 шагов для n = 1.000.000.

Для больших чисел, таких как 1.000.000, квантовый алгоритм Шора показывает свое преимущество в вычислительной эффективности.

Несмотря на неполноту зрелости и массового распространения, тема квантовых компьютеров вызывает интерес по нескольким причинам:

1. Потенциал для революционных изменений, таких как факторизация больших чисел, моделирование сложных молекул и оптимизация сложных систем.

2. Научный интерес. Квантовые вычисления основаны на принципах квантовой механики, таких как суперпозиция и запутанность. Изучение этих принципов расширит понимание фундаментальных законов природы.

3. Возможность изменения парадигмы. Квантовые компьютеры могут изменить представление о вычислениях и информации, открывая новые горизонты для технологий и приложений, которых нет на сегодняшний момент.

Библиографические ссылки

1. Нильсен М.А., Чуанг И.Л. «Квантовые вычисления и квантовая информация» – М.: Вильямс, 2013. – 752 с.

2. Шор П.У. «Алгоритмы для квантовых вычислений: дискретные логарифмы и факторизация» – 1994. – С. 124-134.

3. Мермин Н.Д. «Квантовая компьютерная наука: введение» – М. : Лаборатория знаний, 2012. – 272 с.

УДК 539.374

Исследование удельного заряда электрона, применение магнетронного метода

Чипсанов Н. О., Либрехт Д. А.
Научный руководитель - Богданов Н. П.
Ухтинский государственный технический университет. Г. Ухта. Россия

Статья содержит описание, посвященное исследованию движения заряженных частиц в магнитных и электрических полях

Электрон является одной из самых легких элементарных частиц. Электрон был открыт английским ученым Томсоном. В 1897 году Томсон опубликовал первые результаты определения отношения заряда электрона к его массе. Масса покоя электрона составляет $(9{,}1083 \pm 0{,}0003)10^{-31}$ кг. Заряд электрона отрицателен и равен e = $(1{,}6021 \pm 0{,}0002)10^{-19}$ Кл. Табличное значение удельного заряда (отношения заряда к массе) электрона

$$\frac{\mathrm{e}}{m} = (1{,}76 \pm 0{,}01) \cdot 10^{11}\ \text{Кл/кг}.$$

Существуют различные методы определения удельного заряда электрона. В данной работе используется магнетронный метод. Одновременно существующие электрическое и магнитное поля действуют на движущийся заряд с результирующей силой, называемой полной силой Лоренца, которая является суперпозицией электростатических и магнитных сил:

$$\vec{F} = \mathrm{e}\vec{E} + \mathrm{e}\left[\vec{V} \cdot \vec{B}\right]$$

где e – заряд электрона

$\overrightarrow{E}$ – напряженность электрического поля

$\vec{B}$ – магнитная индукция

$\vec{V}$ – скорость электрона

Под действием сил электрического поля электрон получает ускорение, которое приводит к изменению его скорости, в то время как однородное магнитное поле лишь изменяет траекторию движения частицы.

Магнетрон представляет собой специальную двухэлектродную трубку с коаксиальным цилиндрическим катодом и анодом, помещенную в магнитное поле таким образом, что ось симметрии трубки направлена вдоль магнитного поля (по вектору магнитной индукции). Магнитное поле генерируется магнитом. Катод нагревается нитью накаливания и испускает (имитирует) электроны. Если источник тока подключен к электродам («+» к аноду, «–» к катоду), то в промежутке между 3 электродами создается электрическое поле, линии интенсивности которого направлены вдоль лучей от анода к катоду. В магнетроне магнитное и электрическое поля перпендикулярны друг другу. В отсутствие магнитного поля электроны, вырывающиеся из катода, движутся радиально к аноду. В присутствии магнитного поля магнитная сила Лоренца начинает действовать не только на электрическую силу, но и на электроны. Любой заряд, включая электрон, движущийся в магнитном поле, подвержен влиянию силы Лоренца, которая определяется как: $\vec{F} = e[\vec{V} \cdot \vec{B}]$.

Численное значение этой силы будет равно: $F = eVB\sin\alpha$,

где e – заряд электрона

V – его скорость

B – индукция магнитного поля

α – угол между направлением скорости электрона и магнитным полем.

Направление вектора F определяется правилом векторного произведения. Направление вектора F положительных зарядов также можно определить с помощью «левой руки». Для этого ладонь левой руки следует расположить так, чтобы индукционные линии B шли к ладони, а четыре пальца были направлены вдоль вектора скорости V, указывая направление силы Лоренца согнутым большим пальцем (рисунок 1). В случае отрицательных зарядов вектор силы направлен в противоположную сторону.

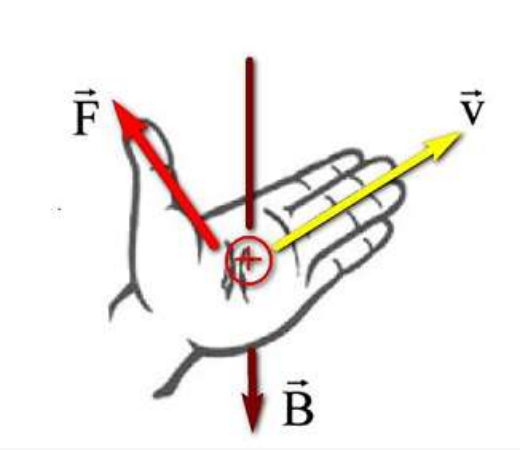


Рисунок – 1

Если векторы V и B параллельны, то сила Лоренца равна нулю.

В нашем случае магнитное поле однородно, а векторы V и B представляют собой перпендикуляр.

Это значит, что траектория движения электрона – это круг, радиус где R задается из второго закона Ньютона F=ma. Где $a = \frac{V^2}{R}$ - центростремительное (нормальное) ускорение. Таким образом, имеем:

$$eVB = m\frac{V^2}{R} \text{ или } \frac{e}{m} = \frac{V}{BR}$$

где m − масса электрона;

e – его заряд.

Поскольку сила Лоренца перпендикулярна скорости электрона, орбиты электронов искривлены. Давайте подробнее рассмотрим магнетрон и орбиту движения электрона. На рисунке 2а показаны индукционные провода анода (А), катода (К), магнитной катушки и магнитного поля. Тип движения электронов в лампе зависит от величины индукции магнитного поля, вызванной электромагнитным клапаном. На рисунке 2б показаны возможные траектории движения электронов. При отсутствии магнитного поля (B = 0) электроны движутся по прямой линии от катода к аноду за счет силы электрического поля, создаваемого между катодом и анодом. Когда появляется магнитное поле, сила Лоренца также действует на электроны, и они движутся по траектории движения вблизи круга (B< Bкр.). По мере увеличения индукции радиус окружности уменьшается.

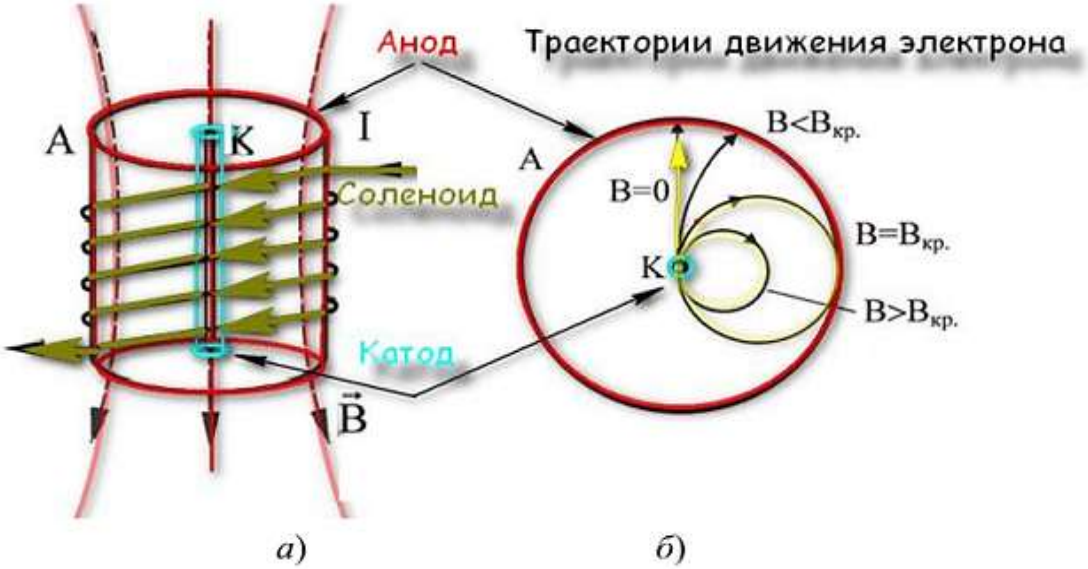


Рисунок – 2

Критическая значение индукции имеет большую важность Траектория движения настолько изогнута, что она касается только анода. На рисунке 3 ниже показаны сбросовая характеристика анодного тока от значения магнитного поля в соленоиде. При B > Bкр электроны вообще не достигают анода и возвращаются на катод из-за большого запаса движения по своим траекториям. Эта критическая ситуация соответствует сильному затуханию тока в цепи диода (кривая зафиксирована на рисунке 3). Поскольку электроны покидают катод с разной скоростью, некоторые из них все же достигают анода в точках B > Bкр (пунктирная линия на рисунок 3).

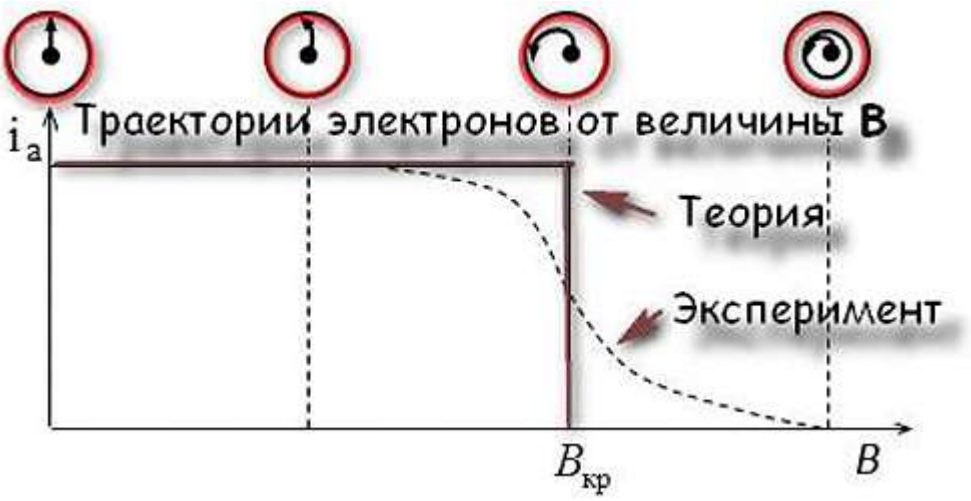


Рисунок – 3

Радиус траектории электрона при B = Bкр для лампы, у которой Катод равен половине радиуса анода, т.е.$R = \frac{r_a}{2}$ Электрическое поле между Катод и анод, которые вытесняют электрон, выполняют работу, в результате чего Электрон получает кинетическую энергию:

$$eU_a = \frac{mV^2}{2}$$

где Ua − анодное напряжение.

В результате чего при B=Bкр мы можем получить:

$$\frac{e}{m} = \frac{8U_a}{B_{кр}^2 r_a^2}$$

Начало работы магнетронного метода начинается на установке ФПЭ – 03, с использованием источника питания, а также РА – мультиметр. Все представлено на рисунке 4. А в качестве магнетрона была использовано вакуумная лампа.

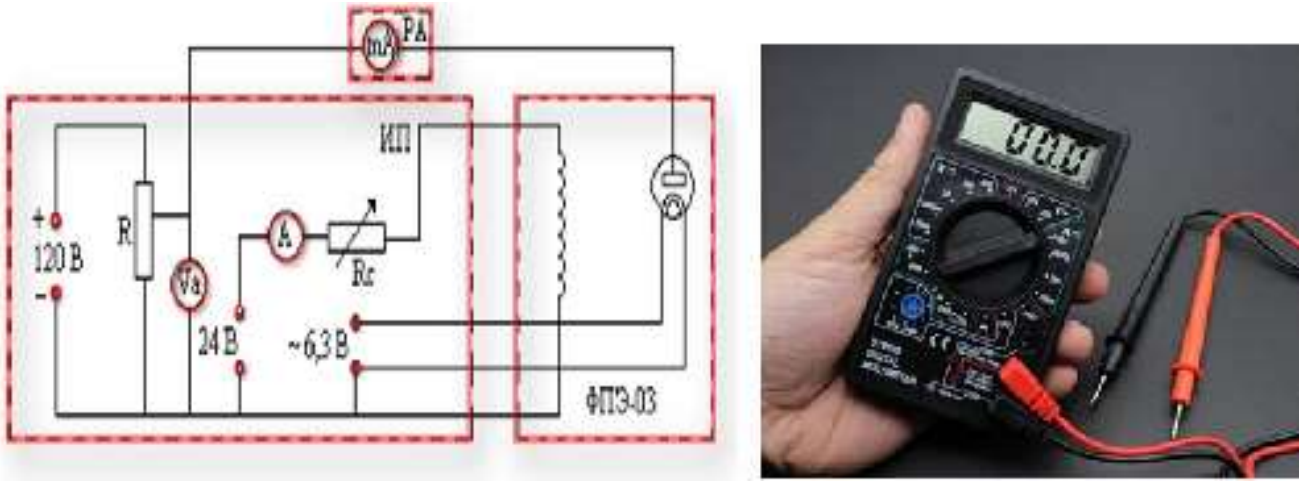


Рисунок – 4

Благодаря регулятору мы устанавливали анодное напряжение в диапазонах от 50 до 90 вольт. После чего изменяли ток в соленоиде, начиная от минимального (примерно 0,4 Ампера) значения до максимального через 0,1 Ампера. Не меняя напряжения снимали зависимость анодного тока от тока соленоида и посредством чего строили сбросовую характеристику. Анодный ток определялся по мультиметру, а ток соленоида по показаниями амперметра на источнике питания. Проводим так еще 2 опыта с разным напряжением

После всех трех опытов строим сбросовую характеристики, где по оси ординат откладываем значение анодного тока, а по оси абсцисс – значения тока в соленоиде. Для нахождения критического значения на данной сбросовой характеристики необходимо провести до взаимного пересечения касательную на участок со спада и прямую, соответствующую изменению минимальных значений анодного тока. Пример сбросовой характеристики показан на рисунке 5.

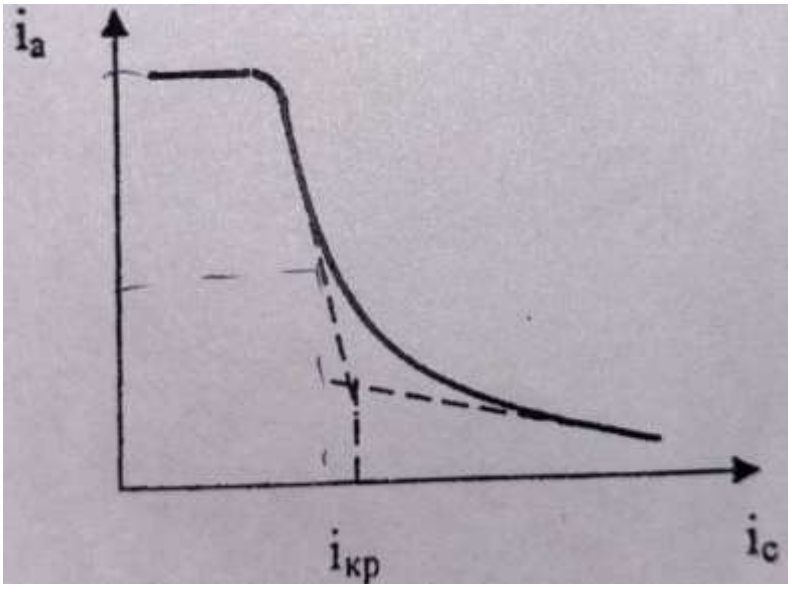


Рисунок – 5

В заключении для каждого критического значения тока находим критическую индукцию магнитного поля, после ее нахождения мы сможем определить удельный заряд электрона по формулам:

$$B_{k_P} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i_{k_P}}{\sqrt{L^2 + D^2}} \frac{e}{m}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{8U_a}{B_{kp}^2 r_a^2}$$

В процессе работы удельный заряд электрона определялся магнетронным методом. Разница между экспериментальными и теоретическими значениями может быть обусловлена погрешностями измерения напряжения и магнитных полей, а также неполным разрежением в магнетроне. Для повышения точности эксперимента рекомендуется использовать более точные измерительные приборы и улучшить вакуум системы. В целом эксперимент продемонстрировал принципы определения удельного заряда электронов магнетронным методом, хотя точность результатов можно было бы повысить.

Библиографический список:

1. Трофимова, Т. И. Магнитное поле / Т. И. Трофимова // Курс физики : учебник. − М. – 2000. – § 114−116. – С. 212−216. 2. Тюрин, Ю. И. Физика: Сборник задач (с решениями).

2. Электричество и магнетизм : учеб. пособие / Ю. И. Тюрин, В. В. Ларионов, И. П. Чернов. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2004. – 448 с.

УДК 543.42:543.544.45: 665.61

Определение структурно-группового состава нефти по данным ИК-спектрометрии

Лебедь А. Д., Заворохин В. И.
Научный руководитель - Некучаев В. О.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. В данной работе рассматривается метод определения структурно-группового состава нефтей с помощью инфракрасной спектрометрии. Исследование сосредоточено на анализе ИК-спектров образцов нефти при различных температурах для выявления примесей, влияющих на свойства углеводородов. Полученные спектры демонстрируют изменения в структурных группах, позволяя определить наличие ароматических углеводородов и функциональных групп, связанных с загрязнениями.

Ключевые слова: анализ нефтей, ИК-спектрометрия, структурно-групповой состав нефти, спектральные коэффициенты.

Annotation. In this paper, we consider a method for determining the structural and group composition of oils using infrared spectrometry. The study focuses on analyzing the IR spectra of oil samples at various temperatures to identify impurities affecting the properties of hydrocarbons. The obtained spectra show changes in the structural groups, allowing us to determine the presence of aromatic hydrocarbons and functional groups associated with pollution.

Keywords: oil analysis, IR spectrometry, structural and group composition of oil, spectral coefficients.

Применение ИК-спектрометрии позволяет быстро и точно оценивать качественные и количественные характеристики нефти, УВ и структурно-групповой состав, обеспечивая надежность, высокую степень детализации анализа и сокращая время исследования.

В ходе работы были записаны ИК спектры поглощения образцов в широкой области частот. На рисунке 1 представлен результат ИК спектров поглощения в качестве сравнения нефти на ПСУ «Ухта», ПСП «Чикшино», Ярегского месторождения, а также АСПО и газоконденсата при одинаковой температуре 10°С в области частот 450 – 5000 $см^{-1}$. На рисунке 1 можно увидеть основные области поглощения 650 – 900 $см^{-1}$, 1300 – 1650 $см^{-1}$, 700 – 750 $см^{-1}$ свидетельствующие о наличии тех или иных соединений. Рассмотрим каждый из них подробно.

В области частот 650 – 900 $см^{-1}$ (Рисунок 2) мы можем наблюдать пики, свидетельствующие о наличие предельных углеводородов (алканов). Наиболее выраженные пики замечены у ПСП «Чикшино» и АСПО. Гораздо менее выраженное наличие предельных углеводородов наблюдается в нефти Ярегского месторождения.

В области частот 1300 – 1650 $см^{-1}$ (Рисунок 3) мы можем наблюдать пики, соответствующие нафтеновым углеводородам. В данной области частот ярко выражены пики у большинста образцов за исключением образца с Ярегского месторождения.

На рисунке 4 представлено более детальное изображение спектра образцов нефти в диапазоне частот 700 – 750 $см^{-1}$ при температуре 10 °С. В этой области спектра можно наблюдать несколько характерных пиков, которые указывают на наличие парафиновых структур.

На рисунке 5 видно, как с увеличением температуры до 30 °С изменился спектр, пики образцов ПСУ «Чикшино» и АСПО стали менее выраженными, а спектр образца Ярегского месторождения не изменился.

Дополнительную информацию о групповом химическом составе нефти и характере структурных фрагментов в составе ее компонентов, их взаимном соотношении можно получить исходя из спектральных коэффициентов, рассчитанных по ИК спектрам исходных нефтей. С этой целью были рассчитаны коэффициенты: ароматичности Сар=D1600/D720, алифатичности Сал=D720+D1380/D1600, разветвленности Ср=D1380/D720, а так же коэффициенты, отражающие отношение замещенных (би-, трициклических ароматических структур к общему содержанию ароматических фрагментов (С870/1600) и отношение суммы алифатических фрагментов (СН2 + СН3) к ароматическим структурам (С1464/1600). На рисунке 6 представлены Графики спектральных коэффициентов при 10 °С.

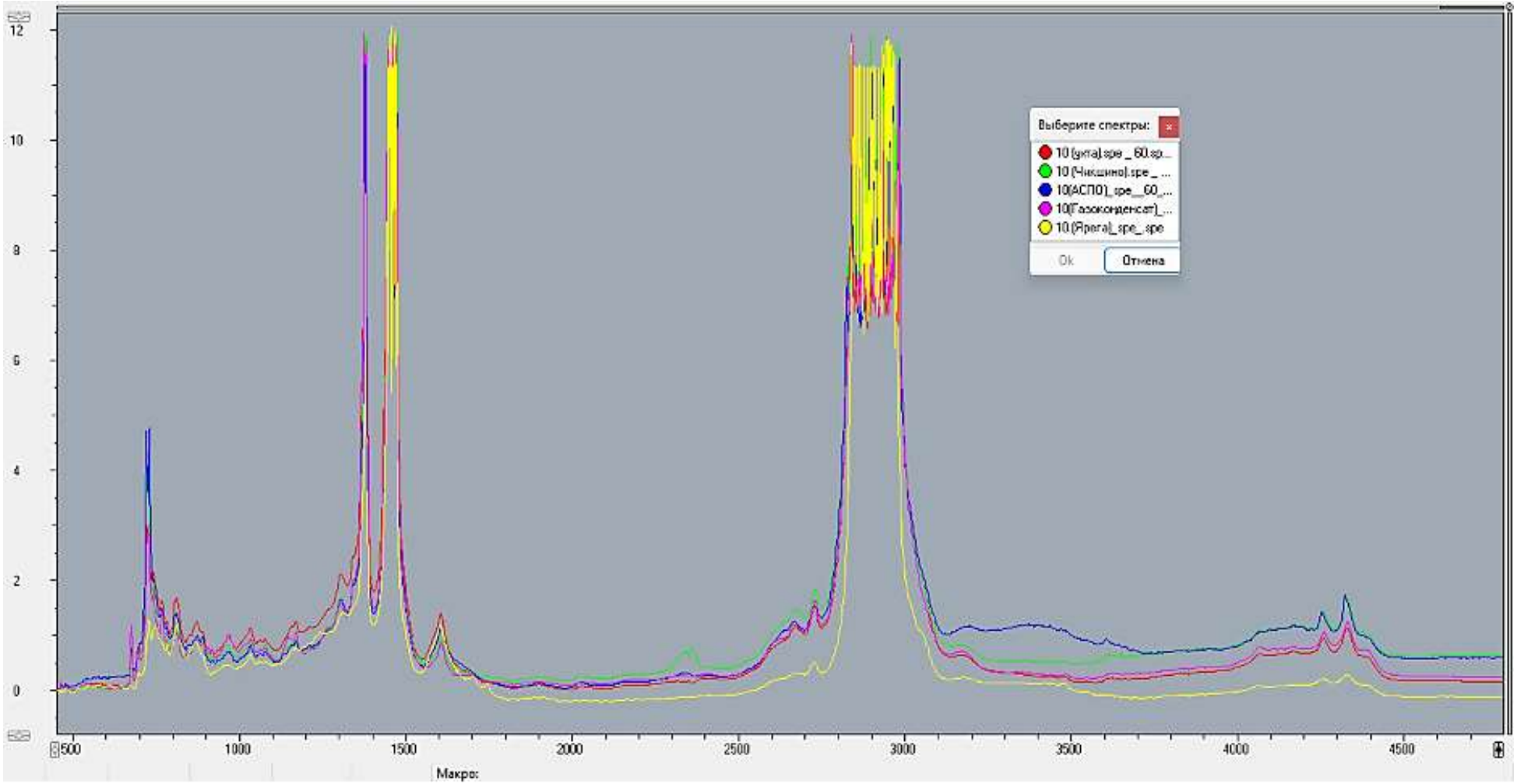


Рисунок 1 – Полный спектральный интервал при 10 °С

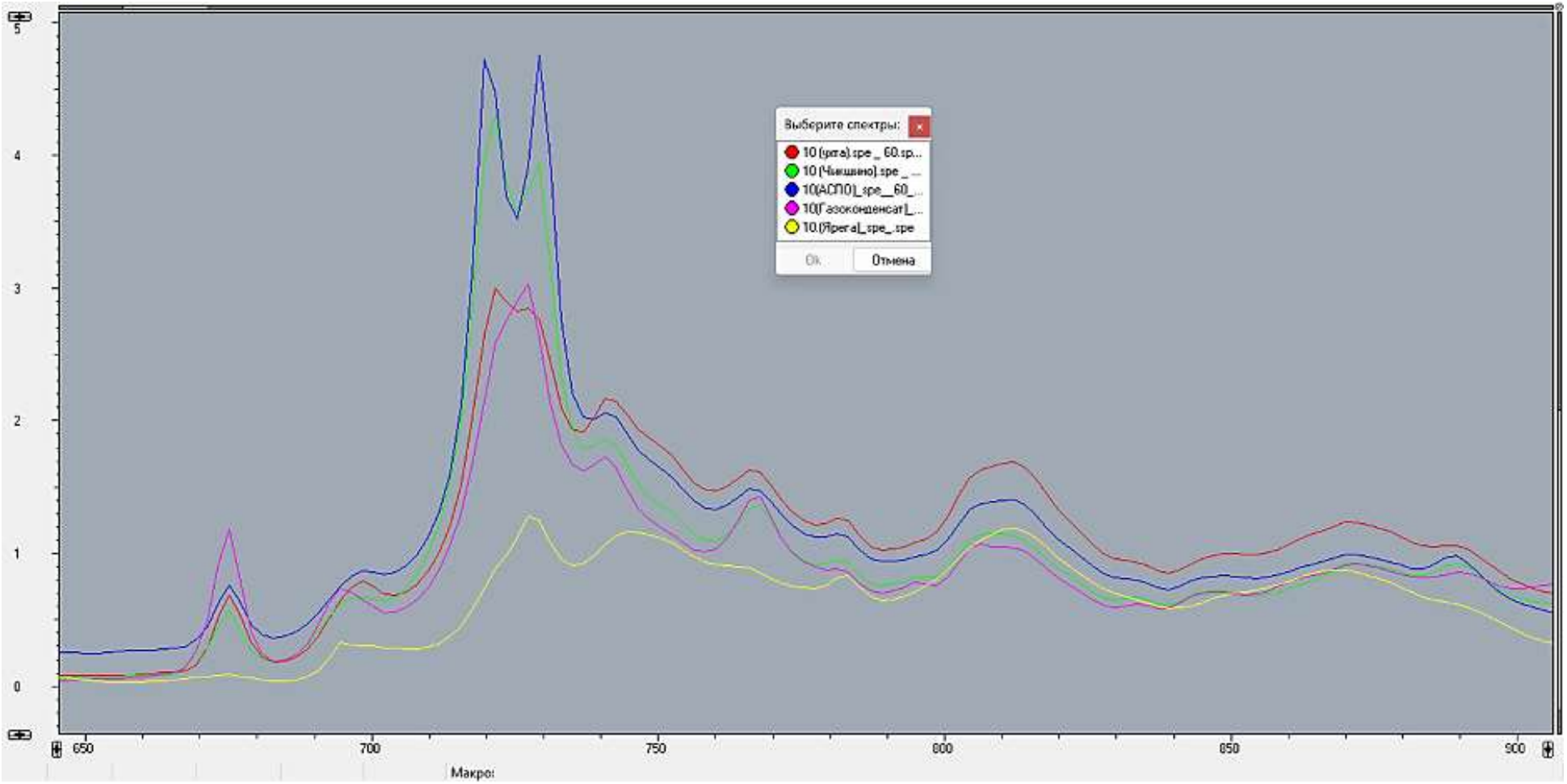


Рисунок 2 – Интервал 650-900 $см^{-1}$ при 10 °С

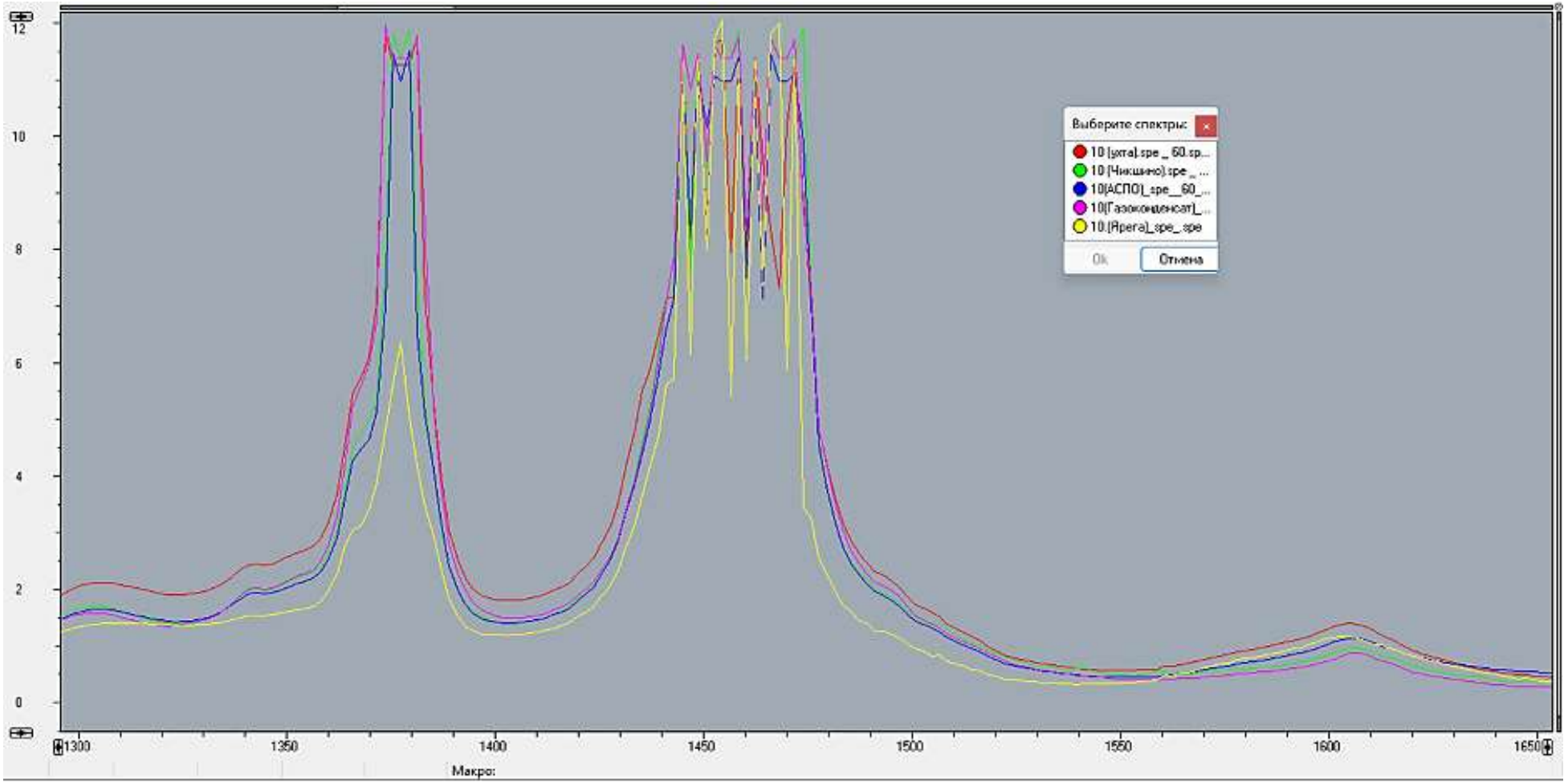


Рисунок 3 – Интервал 1300-1650 $см^{-1}$ при 10 °С

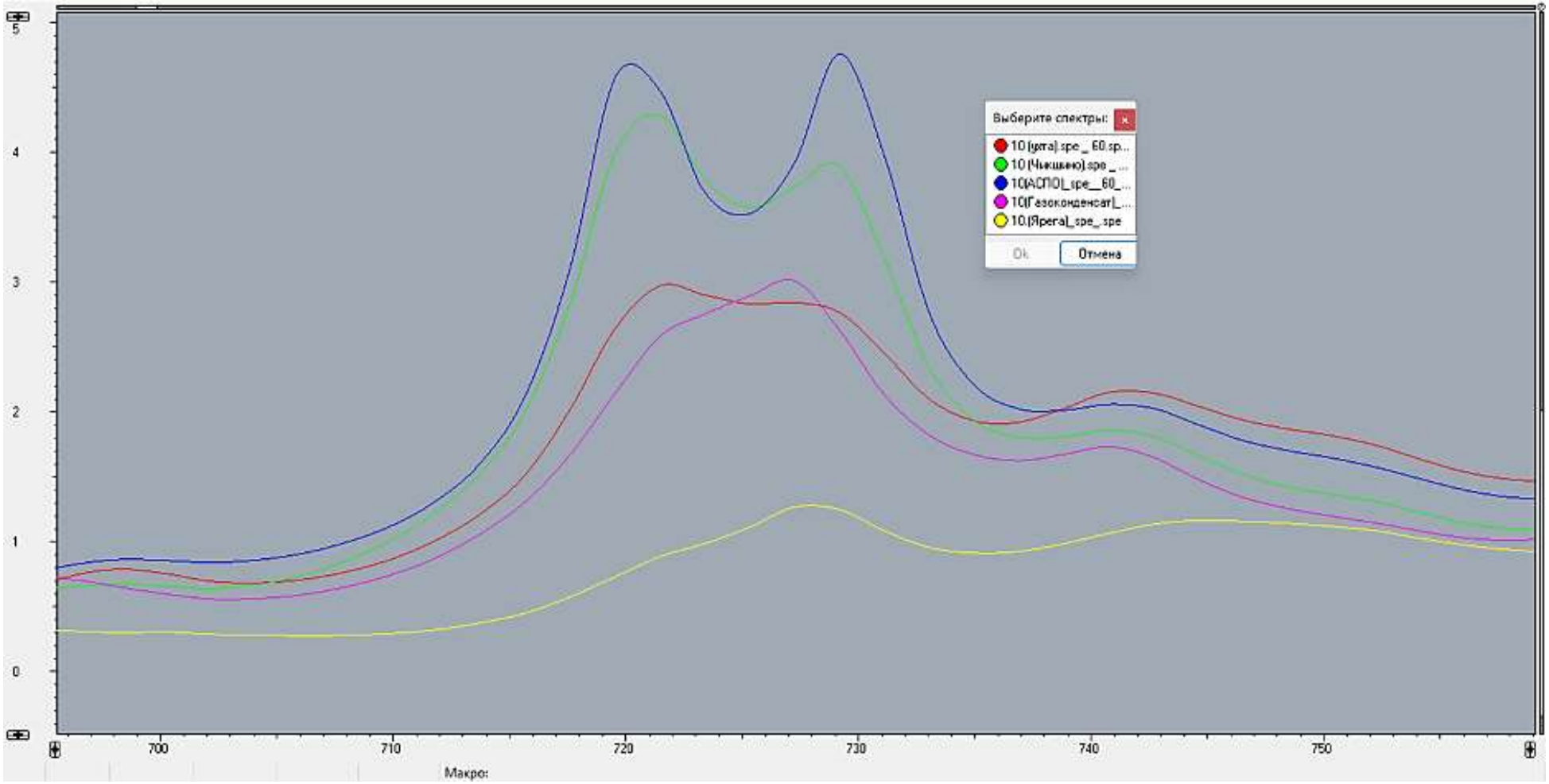


Рисунок 4 – Интервал 700-750 $см^{-1}$ при 10 °С

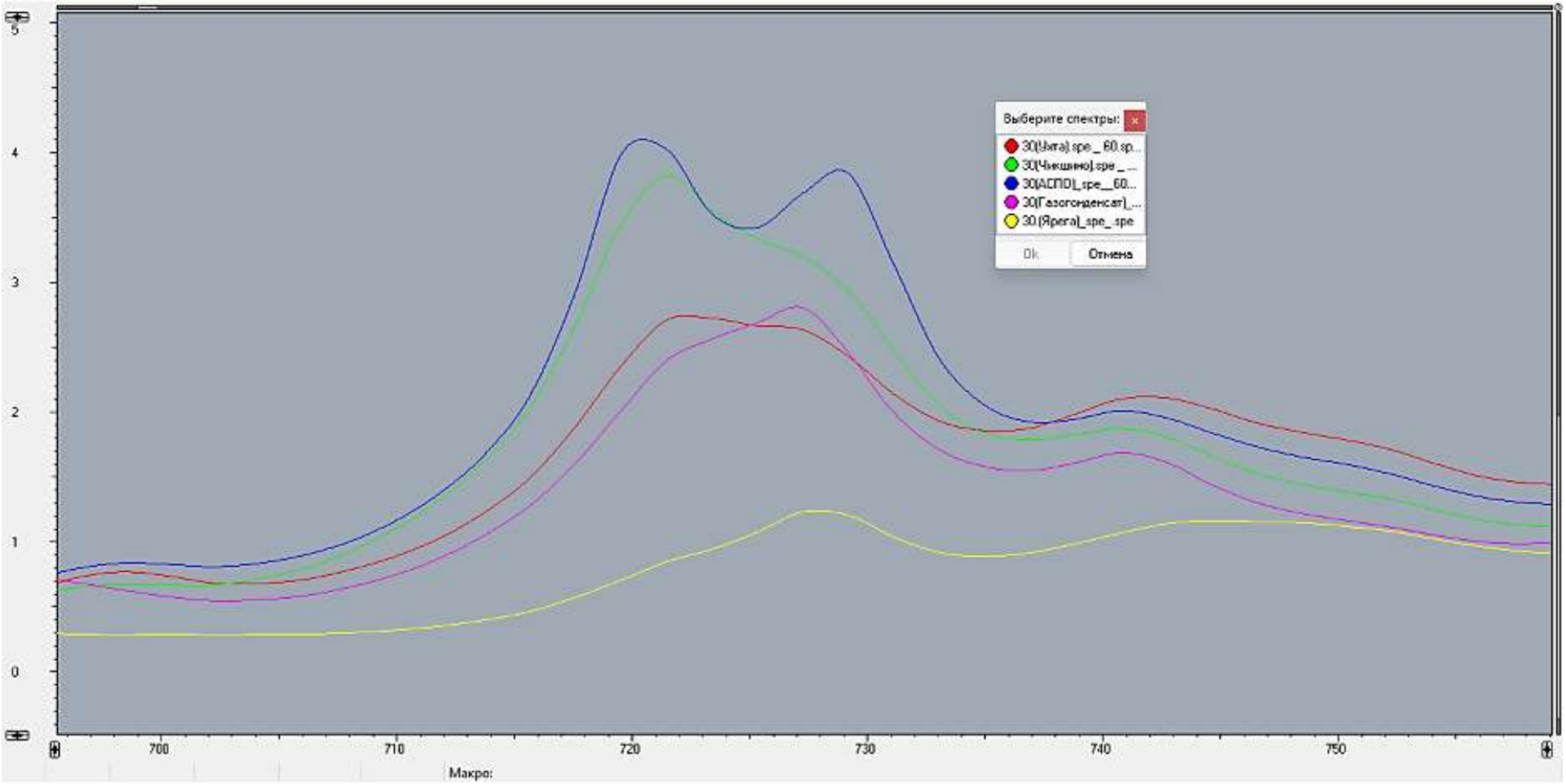


Рисунок 5 – Интервал 700-750 $см^{-1}$ при 30 °С

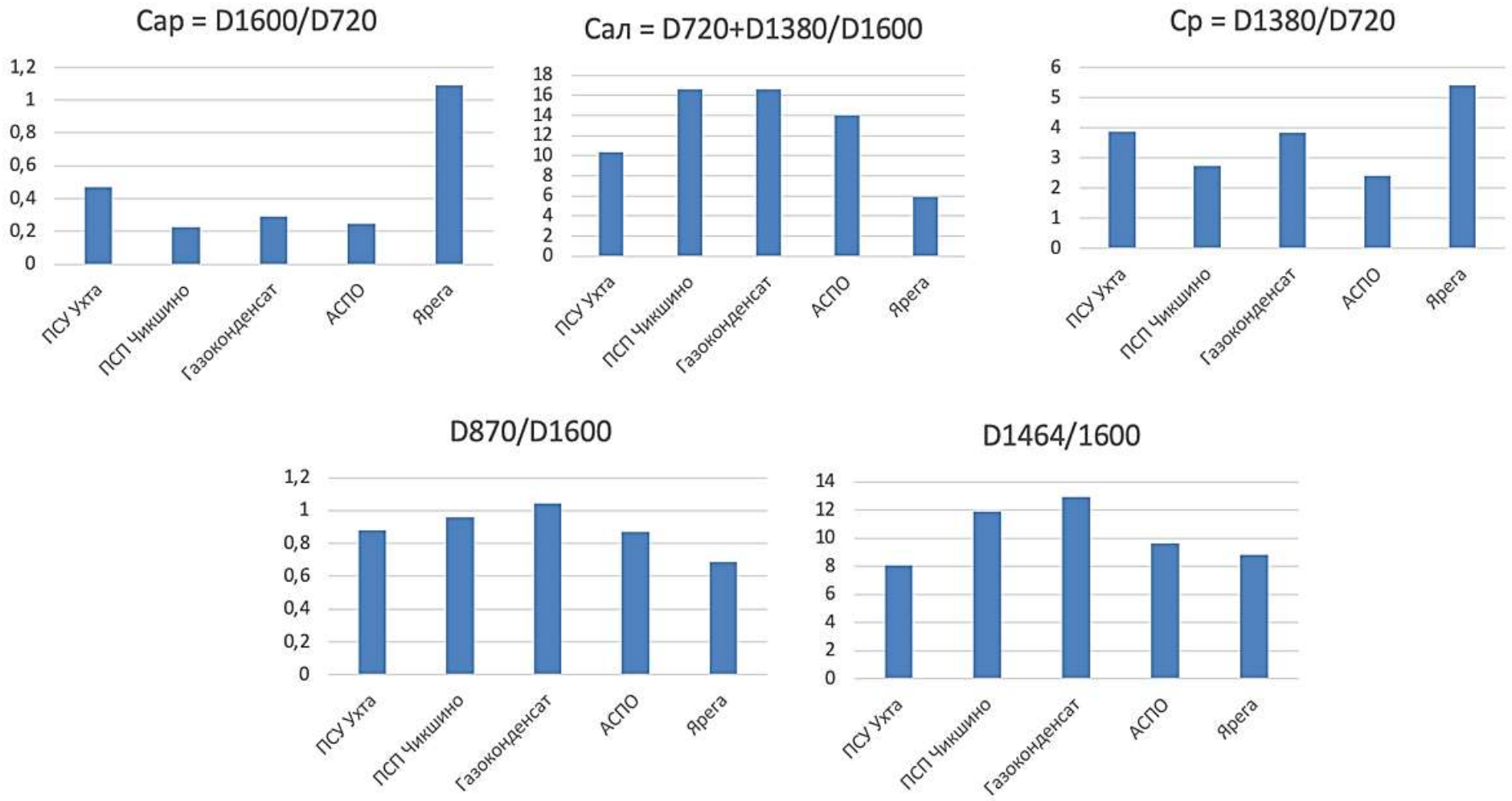


Рисунок 6 – Графики спектральных коэффициентов при 10 °С

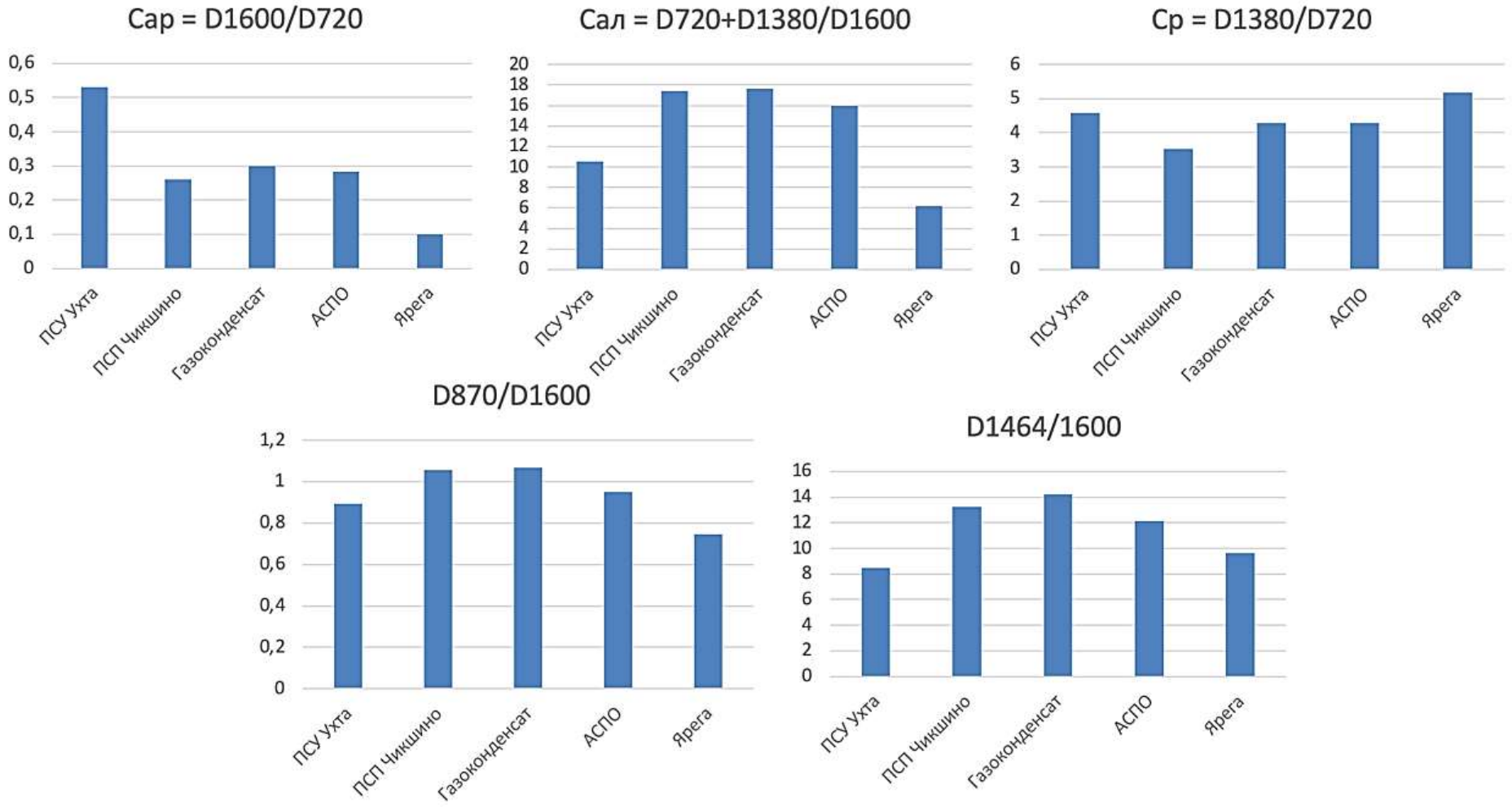


Рисунок 7 – Графики спектральных коэффициентов при 60 °С

Наибольший коэффициент ароматичности (Сар) имеет нефть Ярегского месторождения (1.09), в то же время у нее самый низкий показатель относительного содержания замещенных аренов С870/1600 (0.686), что говорит о том, что в ее составе мало поликонденсированных ароматических структур. Алкановые цепи представлены высокоразветвленными структурами, у данной нефти самый высокий коэффициент разветвленности (Ср), и самый низкий – алифатичности (Сал). Такой групповой химический состав: минимальное количество н-алканов и высокое содержание малоконденсированных ароматических структур, вполне объясняет наблюдаемое у данной нефти вязкостное застывание. Наименьший коэффициент ароматичности у нефти с ПСП Чикшино (0.224), причем среди ароматических структур данной нефти значительное количество конденсированных ароматических структур, на что указывает коэффициент С870/1600 (0.958). Газоконденсат характеризуется наибольшим коэффициентом, вычисляемым как отношение суммы алифатических структур к аренам С1464/1600 (14.61).

Аналогично были рассчитаны спектральные коэффициенты при 60 °С (рисунок 7). Как видно из первого графика, теперь коэффициент ароматичности, наоборот, наименьший у пробы нефти с Яреги. Остальные соотношения остались прежними.

По формулам, приведённым на рисунке 8 была составлена таблица процентного содержания алкановых, нафтеновых и ареновых структур, по которой видно, что проба Яреги отличается пониженным содержанием алкановых структур. Также в образце Ярегского месторождения можем заметить равномерное распределение алкановых, нафтеновых и ареновых структур с незначительными расхождениями.

$$\%Ал = (D_{720}/\Sigma D)\cdot 100 \text{ (алкановые структуры);}$$

$$\%H = \frac{D_{1030} + D_{960}}{\Sigma D}\cdot 100 \text{ (нафтеновые структуры);}$$

$$\%A = (D_{1600}/\Sigma D)\cdot 100 \text{ (ареновые структуры)}$$

Рисунок 8 – Формулы для расчета процентного содержания алкановых, нафтеновых и ареновых структур

Таблица 1 - Процентное содержание алкановых, нафтеновых и ареновых структур

	Алканы	Нафтены	Арены
ПСУ Ухта	46%	32%	22%
ПСП Чикшино	62%	24%	14%
Газоконденсат	52%	33%	15%
АСПО	64%	21%	15%
Ярега	33%	32%	35%

Библиографический список:

1. Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Буров Е.А., Стоколос О.А., Применение ИК-спектрометрии в исследовании нефтей, М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2010, 76-80 с.
2. Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Васечкин А.А., Примерова О.В., ИК-спектрометрия в анализе нефтей (на примере нефтей Волгоградской области), М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012, 120-124 с.
3. Глебовская Е.А., Применение инфракрасной спектрометрии в нефтяной геохимии, Л.: Недра, 1971, 140 с.
4. Калугина Н.П., Глебовская Е.А., Бабаев Ф.Р., Инфракрасная спектрометрия нефтей и конденсатов, Ашхабад: ЫЛым, 1990, 240 с.
5. Юркевич И.А., Разумова Е.Р., Сравнительное изучение высокомолекулярной части нефтей и битумов, М.: Наука, 1981, 160 с.

УДК 539.374

Оптическое пирометрическое измерение яркостной температуры вольфрама: анализ возможностей прибора ЛОП-72

Ладанов В. А., Карманов Г. В.
Научный руководитель - Богданов Н. П.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. Данная статья представляет собой детальный анализ возможностей оптического пирометра ЛОП-72 при измерении яркостной температуры вольфрама. Работа основана на результатах лабораторной работы, в ходе которой были проведены измерения температуры вольфрамовой проволоки на лампе накаливания на разных уровнях нагрева. Статья описывает принцип работы прибора, подробно рассматривает методику проведения эксперимента, включая калибровку прибора и учет погрешности. Представлены и проанализированы полученные экспериментальные данные, графически отображающие зависимость излучательной способности вольфрама от температуры. В работе приведены особенности измерения яркостной температуры, проблемы, связанные с неравномерностью распределения температуры по объему образца, и способы их минимизации. Особое внимание уделяется сравнению полученных результатов с теоретическими данными, полученными на основе закона Стефана-Больцмана и закона Вина. Статья также затрагивает вопросы выбора оптимальных параметров измерения и перспективы использования пирометра для решения задач высокотемпературной метрологии, с акцентом на преимущества и ограничения данного метода в контексте исследования вольфрама. В заключении подведены итоги исследования и сформулированы рекомендации по повышению точности измерений яркостной температуры вольфрама.

Ключевые слова: ЛОП-72; Оптическая физика; пирометр; измерение яркостной температуры вольфрама.

В настоящее время пирометры остаются актуальным инструментом для проведения для измерения температуры контактным и бесконтактным методами. Анализ возможностей пирометров позволяет уточнить его метрологические характеристики и области применения, а также определить пути повышения точности измерений и погрешности. Существует 3 метода оптической пирометрии: радиационная; цветовая; яркостная.

Лабораторный оптический пирометр ЛОП-72, разработанный в 1972 году, представляет собой устройство для бесконтактного измерения яркостной температуры высокотемпературных объектов путем анализа их теплового излучения в видимом или инфракрасном диапазоне. В отличие от контактных методов измерения, пирометр не требует физического контакта с объектом, что позволяет измерять температуру движущихся, агрессивных или труднодоступных объектов.

На рисунке 1 показана принципиальная схема устройства ЛОП-72. Где 1 – температурная лампа; 2 – амперметр постоянного тока не менее 30 А; 3 – аккумуляторная батарея; 4 – реостат; 5 – измерительная катушка электрического сопротивления; 6 – измерительный потенциометр постоянного тока с нормальным элементом.

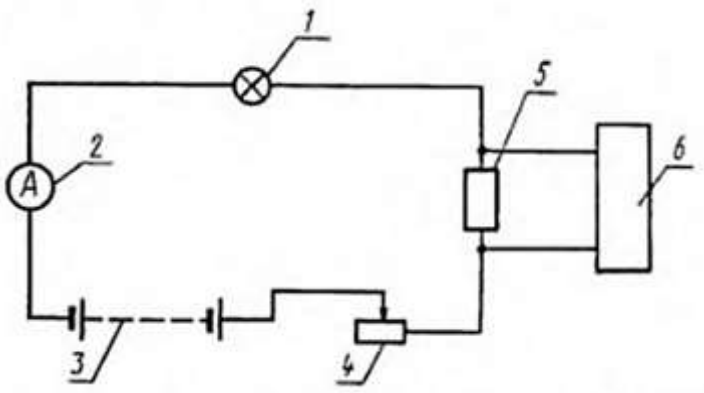


Рисунок 1 Принципиальная схема устройства ЛОП-72

Пирометрическая лампа — это эталонный источник излучения, используемый для калибровки пирометров. Она излучает свет с точно известной температурой, что позволяет установить связь между показаниями пирометра и действительной температурой. В основе работы лежит нагревание нити накала до определённой температуры, которая измеряется с помощью независимого высокоточного метода (например, термопары). Интенсивность излучения нити накала связана с ее температурой через законы излучения (Стефана-Больцмана, Вина, Планка).

Закон Стефана-Больцмана: этот закон описывает полную мощность излучения, испускаемую абсолютно чёрным телом с единицы площади поверхности в единицу времени.

$$P = \sigma T^4,$$

где: P – мощность излучения (Вт/м²);

σ – постоянная Стефана-Больцмана (5.67×10^{-8} Вт/(м²·К⁴));

T – абсолютная температура тела (в Кельвинах).

Закон Вина: этот закон описывает зависимость длины волны, на которой достигается максимум спектральной энергетической светимости абсолютно чёрного тела, от его температуры. Он используется для приблизительной оценки температуры.

$$\lambda_m = b/T,$$

где: λ_m – длина волны, соответствующая максимальной спектральной светимости (м);

T – абсолютная температура тела (в Кельвинах);

b – постоянная Вина (2.9×10^{-3} м·К).

По калибровочному графику определяем температуру абсолютно черного тела, излучение которого по яркости одинаково с излучением данного объекта. Эту температуру называют яркостной. Так как спектральная плотность излучения физического объекта меньше спектральной плотности абсолютно черного тела ($r_{\lambda T} < \varepsilon_{\lambda T}$), то яркостная температура будет ниже истинной ($T_{ярк} < T_{ист}$). $T_{ярк}$ и $T_{ист}$ отличаются тем больше, чем меньше поглощательная способность $\alpha_{\lambda T}$ тела. Переход от $T_{ярк}$ к $T_{ист}$ производится с помощью таблицы 1, в которой содержатся данные для вольфрамовой нити.

Таблица 1 - Взаимосвязь яркостной и истинной температур для вольфрамовой нити

$T_{ярк}$, К	1058	1149	1240	1330	1420	1509	1597	1684	1771	1857
$T_{ист}$, К	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000

Верификация экспериментальных измерений проводится по графической зависимости ln P =f(ln T), где тангенс угла наклона прямой к оси lnT должен равняться 4. Ниже показана экспериментальная зависимость логарифма мощности излучения от логарифма абсолютной температуры на рисунке 2. Отклонение измеряемых величин связаны с самим пирометром, вольфрамовой нитью, свойствами переменчивой окружающей среды и условиями эксперимента.

Ниже описаны погрешности пирометра и влияние окружающей среды:

1. Погрешность калибровки;
2. Погрешность считывания;
3. Погрешность оптической системы;
4. Влияние окружающей среды.

И погрешности, связанные со свойствами вольфрама и условиями эксперимента:

1. Эмиссионная способность вольфрама;
2. Неравномерность температуры образца;
3. Отраженное излучение;
4. Поглощение излучения;
5. Размер пятна измерения.

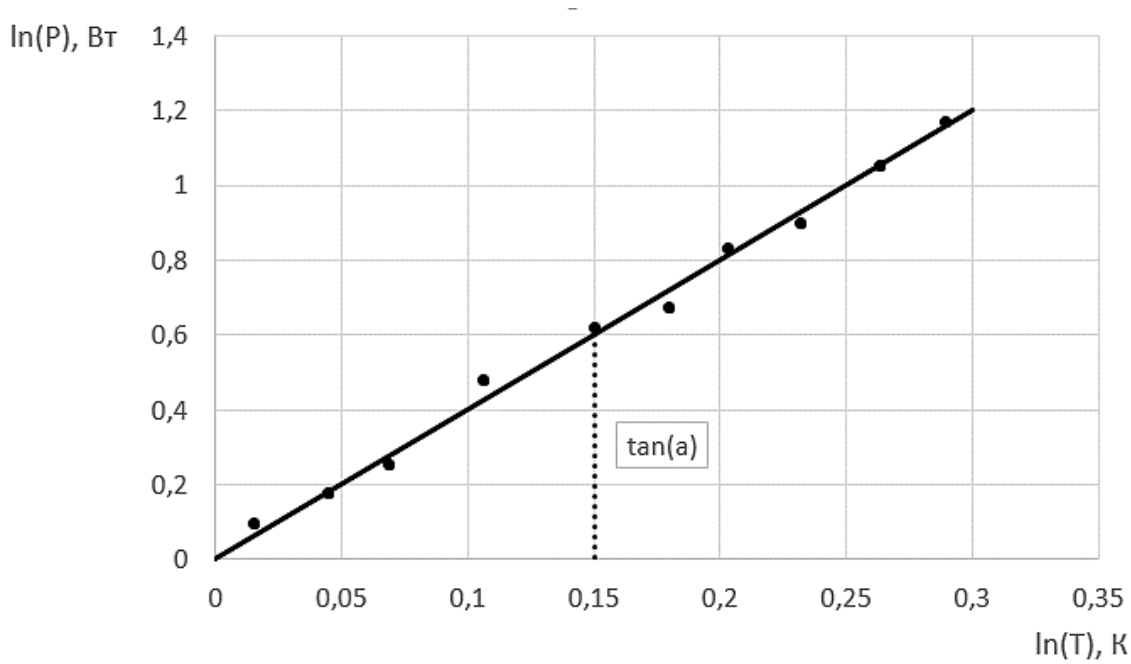


Рисунок 2 экспериментальные измерения по графической зависимости ln P =f(ln T)

Ссылаясь на вышеперечисленные данные, выявлены рекомендации по минимизации влияния погрешностей на результаты эксперимента:

1. Регулярная калибровка;
2. Подготовка чистой и гладкой поверхности образца: Чистая и гладкая поверхность вольфрама уменьшает влияние отраженного излучения и обеспечивает более стабильную эмиссионную способность. Наличие загрязнений, окислов или шероховатостей на поверхности может исказить результаты измерений;
3. Контроль внешних условий: Внешние факторы, такие как температура окружающей среды, наличие излучающих объектов в поле зрения пирометра, запыленность воздуха, значительно влияют на точность измерений. Необходимо минимизировать влияние этих факторов путем проведения измерений в контролируемой среде (например, в термостате или экранированном помещении) и использования защитных экранов для предотвращения попадания постороннего излучения в оптическую систему пирометра. Также важно учитывать влияние поглощения излучения воздухом, особенно при больших расстояниях между пирометром и образцом;
4. Многократные измерения со статистической обработкой: Выполнение нескольких измерений и последующая статистическая обработка результатов (например, расчет среднего значения, стандартного отклонения) позволяют оценить разброс данных и повысить надежность измерения. Многократные измерения помогают выявить случайные погрешности и уменьшить их влияние на окончательный результат. Статистический анализ дает представление о точности и воспроизводимости измерений;
5. Верификация результатов другими методами: Для проверки достоверности результатов, полученных с помощью пирометра ЛОП-72, желательно использовать независимые методы измерения температуры. Это могут быть термопары, оптические пирометры с другими характеристиками, или другие подходящие методы в зависимости от конкретных условий эксперимента. Сравнение результатов, полученных различными методами, позволяет оценить систематические погрешности и повысить уверенность в полученных данных.

В совокупности эти рекомендации позволяют значительно уменьшить погрешность измерения температуры вольфрама пирометром ЛОП-72, хотя следует помнить, что его точность ограничена его конструктивными особенностями. Использование современных пирометров с автоматической коррекцией на эмиссионность и другие параметры позволит достичь гораздо более высоких результатов.

Библиографический список:
1. Смирнов, А. Н. (2018). Термометрия и пирометрия: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Политехнический университет.
2. Федоров, С. П., & Иванов, Д. А. (2020). Методы бесконтактного измерения температуры. Журнал "Физика и техника", 12(4), 45-52.
3. Техническая документация на ЛОП-72 (2020). Пирометр оптический ЛОП-72: Руководство по эксплуатации. Москва: Завод "Электроника".

УДК 537.633.2

Экспериментальное исследование магнитного поля соленоида: Методика с применением датчика Холла

Сягровец С. А.
Научный руководитель - Богданов Н. П.
Ухтинский государственный технический университет. г. Ухта. Россия

Аннотация. В статье представлено экспериментальное исследование распределения магнитного поля вдоль оси соленоида с использованием датчика Холла. Актуальность работы обусловлена ключевой ролью электромагнетизма в современных технологиях, а также необходимостью высокоточных измерений магнитных полей в условиях миниатюризации электромагнитных устройств. Представлена методика измерений, описаны используемые приборы и результаты эксперимента, подтверждающие теоретические положения о характере магнитного поля соленоида.

Ключевые слова: соленоид, магнитное поле, датчик Холла, магнитная индукция, эффект Холла, пространственное распределение, эксперимент.

В современном мире электротехника и электромагнетизм играют ключевую роль в развитии технологий. Одним из фундаментальных элементов в этой области является соленоид, а его магнитное поле лежит в основе многих электромагнитных устройств. Соленоиды широко используются в различных областях, от простых электромагнитов и реле до сложного медицинского оборудования. Постоянное стремление к миниатюризации устройств и разработка новых материалов требует всё более точных измерений параметров магнитных полей. В этой связи изучение распределения магнитного поля вдоль оси соленоида с использованием современных датчиков, таких как датчик Холла, является актуальной задачей. Датчик Холла обладает компактностью и высокой чувствительностью, что позволяет проводить измерения с высокой точностью.

Соленоид представляет собой катушку, состоящую из множества витков провода, намотанных на цилиндрический каркас. При прохождении электрического тока через проводник возникает магнитное поле, которое, в соответствии с законом Био – Савара – Лапласа, описывается как векторное поле, окружающее проводник. Внутри соленоида, при условии плотной намотки витков, магнитные поля, создаваемые каждым витком, суммируются, формируя относительно сильное и однородное магнитное поле, ориентированное вдоль оси соленоида.

Магнитная индукция (B) внутри соленоида может быть рассчитана по следующей формуле $B = \mu_0 * n * I$, где: B - магнитная индукция (в Теслах, Тл); μ_0 - магнитная постоянная ($4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м); n - число витков на единицу длины (N/L, где N - общее число витков, L - длина соленоида); I - сила тока, протекающего через соленоид (в Амперах, А)

Необходимо отметить, что эта формула справедлива для “идеального” соленоида, длина которого значительно превышает его диаметр. В реальных соленоидах, особенно на краях, наблюдается отклонение от однородности магнитного поля.

Принцип работы датчика Холла:

Датчик Холла использует эффект Холла для измерения магнитной индукции. Эффект Холла заключается в возникновении поперечной разности потенциалов (напряжения Холла, Ux) в проводнике или полупроводнике, помещенном в магнитное поле, перпендикулярное направлению протекающего через него электрического тока. Данное явление обусловлено силой Лоренца, действующей на движущиеся заряды в магнитном поле.

Когда магнитное поле направлено перпендикулярно току, сила Лоренца отклоняет заряды к одной из сторон проводника, создавая избыток зарядов на одной стороне и дефицит на другой. Это приводит к возникновению электрического поля и, следовательно, к разности потенциалов (напряжению Холла) между этими сторонами (рисунок 1).

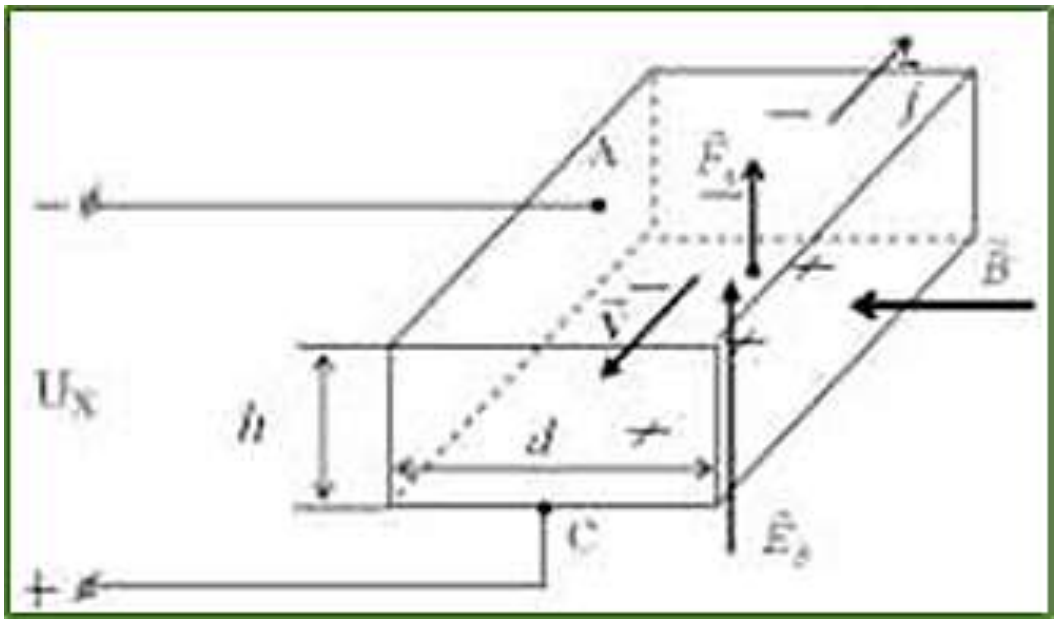


Рисунок 1 - Схема возникновения напряжения Холла в полупроводниковой пластине.

Датчик Холла состоит из полупроводниковой пластины, которая обычно изготавливается из кремния (Si), арсенида галлия (GaAs) или индия сурьмы (InSb). Материал выбирается в зависимости от требуемой чувствительности, температурного диапазона и других параметров. Входные контакты, что предназначены для подачи управляющего тока на полупроводниковую пластину. Выходные контакты используются для измерения напряжения Холла. Корпус защищает чувствительный элемент от внешних воздействий.

При воздействии магнитного поля на пластину возникает напряжение Холла, пропорциональное магнитной индукции. Таким образом, измеряя напряжение Холла, можно определить величину магнитного поля.

Напряжение Холла (UH) может быть рассчитано по следующей формуле:

$$U_x = \frac{R_x \times I \times B}{t}$$

где UX - напряжение Холла (в Вольтах, В);

RX- ко эффициент Холла (зависит от материала полупроводника);

I - сила тока, протекающего через пластину (в Амперах, А);

B - магнитная индукция (в Теслах, Тл);

t - толщина полупроводниковой пластины (в метрах, м).

Экспериментальная установка и методика: Для проведения эксперимента была собрана следующая установка, которая представлена на рисунке 2.

Соленоид с известными геометрическими параметрами: количество витков (N), длина (L), диаметр (d).

Источник питания постоянного тока с регулируемым выходным напряжением. Датчик Холла с известными характеристиками (тип, чувствительность, диапазон измерений).

Цифровой вольтметр для измерения напряжения Холла.

Цифровой миллиамперметр для измерения силы тока, протекающего через соленоид. Штангенциркуль для измерения расстояния вдоль оси соленоида.

Линейка для точного позиционирования датчика Холла.

Методика измерений:

Соленоид подключали к источнику питания постоянного тока и миллиамперметру, обеспечивая возможность регулировки и контроля силы тока. Датчик Холла подключали к вольтметру для измерения напряжения Холла. Устанавливали заданное значение силы тока I (например, 1.5 А), протекающего через соленоид. Перемещали датчик Холла вдоль оси соленоида с фиксированным шагом (например, 1 см), используя линейку для точной фиксации положения.

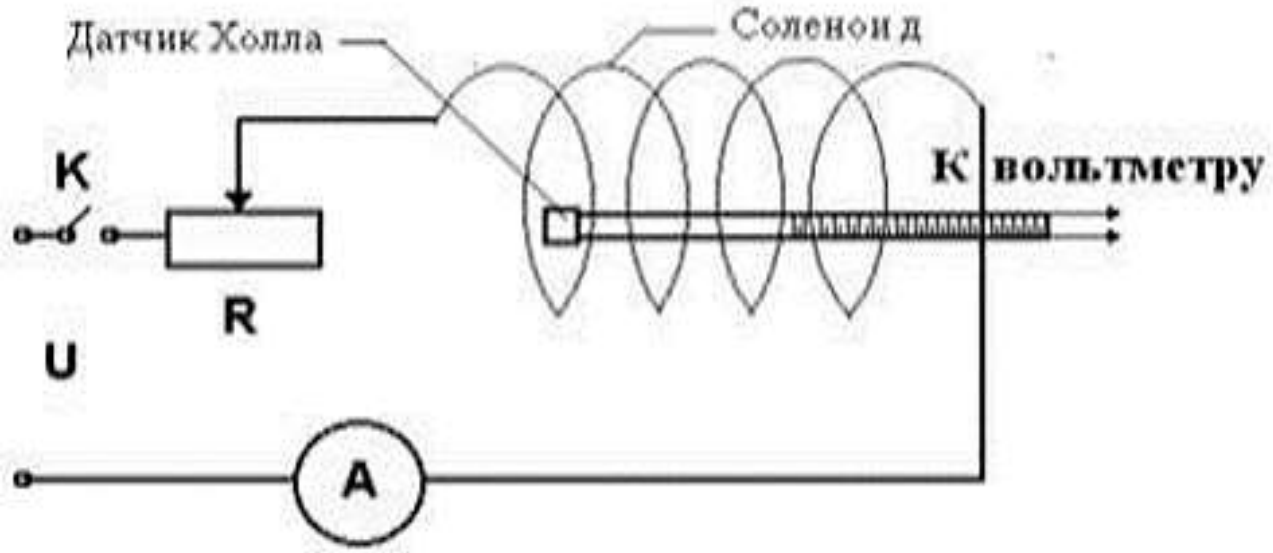


Рисунок 2 - Схема экспериментальной установки для измерения магнитного поля соленоида.

В каждой точке измерения регистрировали показания вольтметра (Ux).

По измеренному значению Ux, известным параметрам датчика Холла (Rx, t) и силе тока I, вычисляли величину магнитной индукции B в каждой точке по формуле: $B = Ux / (Rx \times I \times t)$ Результаты измерений заносили в таблицу, а также строили график зависимости магнитной индукции B от расстояния z вдоль оси соленоида: B = f(z) (рисунок3) .

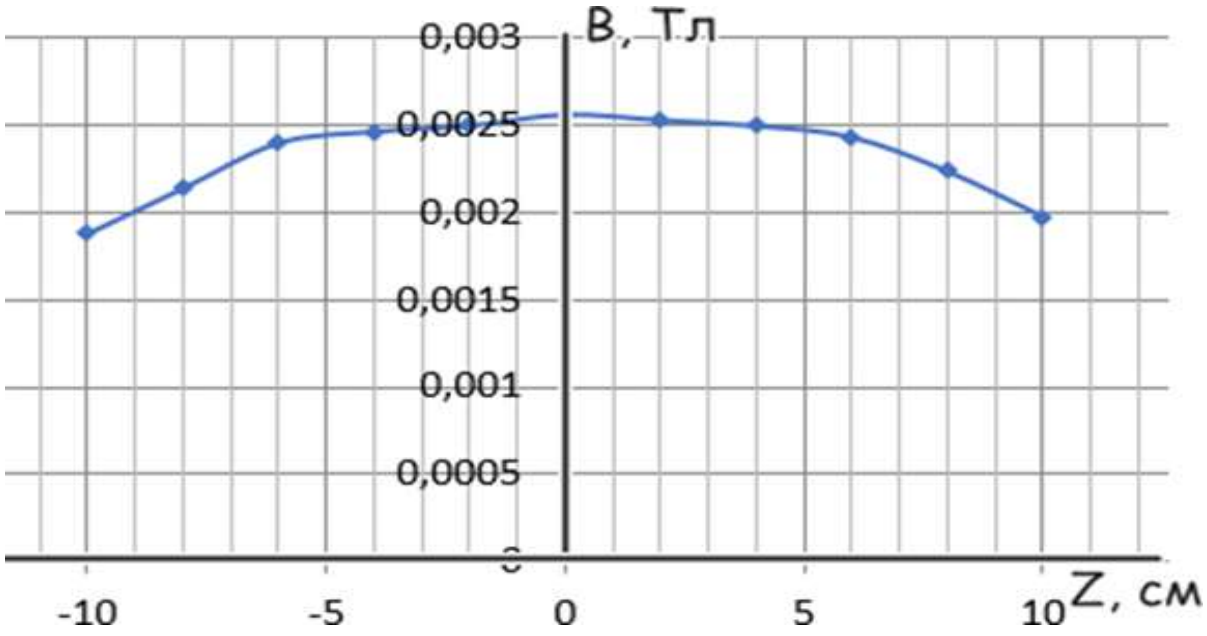


Рисунок 3 - Типичный график зависимости магнитной индукции от координаты вдоль оси соленоида (B = f(z)).

Анализ результатов и обсуждение

График демонстрирует характерное распределение магнитного поля в соленоиде. В центральной области наблюдается относительно однородное магнитное поле, что соответствует теоретическим ожиданиям [1,2] с переходом на неоднородность магнитного подя на торцах соленоида.

Датчики Холла представляют собой эффективный инструмент для исследования неоднородных магнитных полей, позволяя с высокой точностью определить пространственное распределение магнитной индукции. Несмотря на то, что простые аналитические модели, такие как формула для “идеального” соленоида, предоставляют лишь приближенное описание реальной картины, экспериментальные измерения, выполненные с помощью датчиков Холла, позволяют выявить и количественно оценить отклонения от однородности, возникающие из-за конечных размеров магнитных систем, неидеальности их конструкции или наличия внешних возмущений.

Экспериментально продемонстрирована эффективность применения датчиков Холла для измерения магнитных полей, что подчеркивает их перспективность в различных областях науки и техники. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем для оптимизации конструкций электромагнитных устройств, а также для разработки новых методик измерения магнитных полей сложной конфигурации.

Библиографический список:

1. Трофимова, Т. И. Магнитное поле / Т. И. Трофимова // Курс физики : учебник. − М. – 2000. – § 114−116. – С. 212−216. 2. Тюрин, Ю. И. Физика: Сборник задач (с решениями).
2. Электричество и магнетизм : учеб. пособие / Ю. И. Тюрин, В. В. Ларионов, И. П. Чернов. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2004. – 448 с.

СЕКЦИЯ 16. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 543.2

Модельный лабораторный эксперимент по оценке влияния нефтезагрязнения на некоторые свойства почвы

Ковалёва С. М.
Научный руководитель - Пискайкина М. М.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Изучение нефтезагрязнения является актуальной задачей в современном экологическом контексте по нескольким причинам. Во-первых, процессы добычи, транспортировки, переработки и утилизации нефти и нефтепродуктов сопровождаются выделениями вредных веществ в атмосферу и разливами, что негативно сказывается на всех компонентах экосистемы, включая почвы, водоемы, атмосферу, а также растительный и животный мир. Во-вторых, загрязнение почвы нефтью приводит к деградации почвенного покрова, что в свою очередь выводит земли из сельскохозяйственного оборота и требует значительных финансовых затрат на рекультивацию загрязненных участков. В-третьих, в почве возможно превращение нефти в более токсичные соединения, которые могут адсорбироваться и накапливаться, что создает опасность для здоровья населения через биологические цепочки. Наконец, увеличение количества чрезвычайных ситуаций, вызванных ростом добычи нефти, износом оборудования и диверсионными актами на объектах нефтяной отрасли, подчеркивает необходимость глубокого изучения данной проблемы [1, 2]. Таким образом, исследование нефтезагрязнения имеет критическое значение для обеспечения экологической безопасности и защиты здоровья населения.

Целью данной работы является изучение влияния различных уровней загрязнения нефтью на свойства почвы. Для достижения поставленной цели поставлены задачи: проведение модельного лабораторного эксперимента по загрязнению почвы нефтью; выявление закономерности изменения показателей почв под влиянием различного содержания нефтезагрязнения.

В образцах почвы до и после загрязнения определили содержание нефтепродуктов флуориметрическим методом, органического вещества гравиметрическим и фотометрическим методами. Дополнительно проанализировали содержание нефтепродуктов в воде для оценки фильтрационных свойств образцов почвы.

Для моделирования различной степени загрязнения почвы нефтепродуктами в цветочный почвогрунт (нулевая проба) внесена нефть, различной массы (таблица 1). Для исследуемых нефтезагрязненных образцов характерен более темный цвет по сравнению с незагрязненным грунтом, присутствует резко выраженный специфический нефтяной запах.

Таблица 1 – Объекты исследования

Модель	ω (нефтезагрязнения), масс. %
0	0
1	6
2	11
3	20
4	27

Для определения проницаемости образцов стеклянную бюретку наполнили почвой на 10 *см* высоты, после уплотнения образцов над ними поместили столб воды, высотой 10 *см*, поддерживая его постоянным в течение всего эксперимента. После прохождения первой капли воды через почвенный образец фиксировали время прохождения через почву каждого миллилитра воды. Для расчетов принималось среднее время прохождения 1 *мл* воды через слой

почвы 10 *см* с гидравлическим градиентом 10 *мл* H_2O. Разницей в атмосферном давлении между верхней и нижней частями бюретки пренебрегали [3]. Проницаемость почвы зависит от плотности почвы, пористости и гранулометрического состава. Высокая проницаемость делает почву наиболее уязвимой для нефтяного загрязнения: такие почвы способны накапливать большие объемы нефтезагрязнения, что способствует распространению нефтепродуктов на значительные расстояния. На основании экспериментальных данных рассчитан коэффициент проницаемости почвенных образцов (рисунок 1). Видно, что с ростом нефтезагрязнения наблюдается ухудшение проницаемости, что возможно связано со «слипанием» и уплотнением почвы при попадании нефтепродукта.

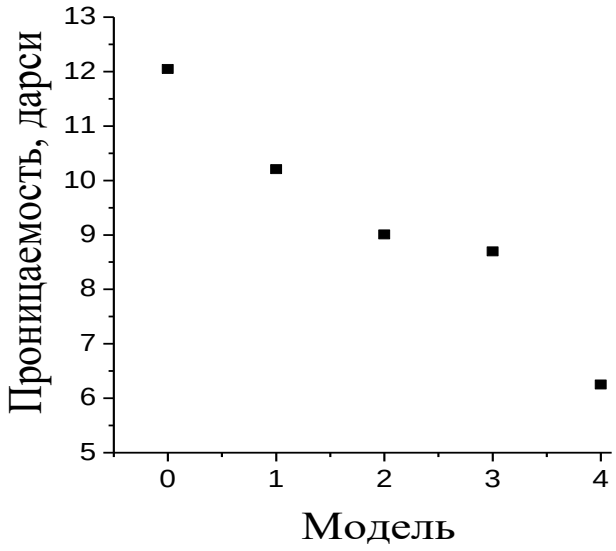


Рисунок 1 – Изменение проницаемости почвы от уровня нефтезагрязнения.

В пробах воды, собранных после измерения проницаемости, определили содержание нефтепродуктов. На рисунке 2 видно, что с ростом нефтезагрязнения содержание нефтепродуктов растет. Содержание нефтепродуктов в воде представляет серьезную экологическую проблему [4, 5], особенно для грунтовых вод, они могут ухудшать качество питьевой воды, что влечет за собой негативные последствия для здоровья человека и экосистем.

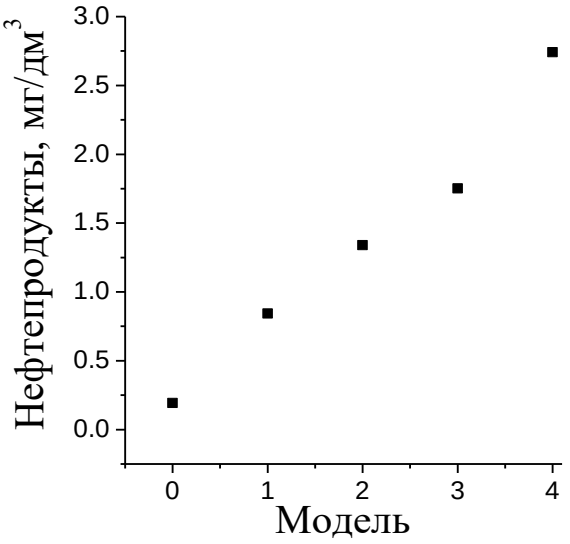


Рисунок 2 – Изменение содержания нефтепродуктов в воде от уровня нефтезагрязнения.

Содержание нефтепродуктов в почве определили флуориметрическим методом после экстрагирования нефтепродуктов из образцов. Наблюдается закономерное увеличение содержания нефтепродуктов в почве с ростом нефтезагрязнения (рисунок 3).

Гравиметрическим методом определили содержание органического вещества в почве, метод основан на определении массы зольного остатка после прокаливания в муфельной печи проб почв при температуре 525 °С. Потерю массы при прокаливании принимают за массовую долю органического вещества. На графике (рисунок 4) видно, что с ростом содержания нефтезагрязнения в почве увеличивается содержание органического вещества. Образцы почв с нефтяным загрязнением по сравнению с незагрязненной почвой характеризуется повышенным значением С орг, что обусловлено присутствием в нефтепродуктах одного из главных нефтеобразующих элементов – углерода.

Рисунок 3 – Изменение содержания нефтепродуктов в почве от уровня нефтезагрязнения.

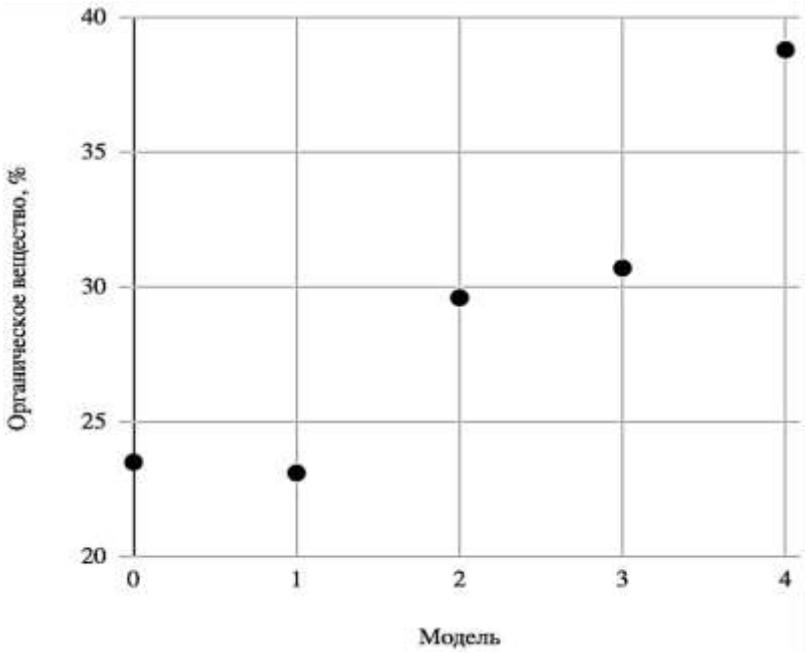


Рисунок 4 – Изменение содержания органического вещества от уровня нефтезагрязнения.

Проведен лабораторный модельный эксперимент по загрязнению почвы нефтью, выявлены закономерности изменения показателей почв под влиянием нефтезагрязнения: с ростом нефтезагрязнения ухудшается проницаемость, растет концентрация нефтепродуктов в воде и почве, увеличивается содержание органического вещества в почве.

Библиографический список:

1. Шаркова С. Ю. Изменение химических характеристик почвы под действием нефтезагрязнения // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. 2011. № 25. С. 610-613

2. Кирилко, Д.В. Изменение свойств почв под влиянием загрязнения продуктами нефтепереработки / Д.В. Кирилко // Творчество молодых, 2021: сборник научных работ студентов, магистрантов и аспирантов. В 3 ч. / редкол.: Р.В. Бородич [и др.]; Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. – Ч. 1. – С. 61-64.
3. Панжин Д. А., Галишев М. А., Сивенков А. Б. Исследование критических явлений при распространении нефтяных загрязнений по почвенному слою //Технологии техносферной безопасности. – 2011. – №. 4. – С. 15-15.
4. Хазиев Ф.Х., Фатхиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти // Агрохимия. 1981. № 10. С. 102-115.
5. Киреева Н.М., Новоселова Е.И., Хазиев Ф.Х. Изменение свойств серой лесной почвы при загрязнении нефтью и в процессе рекультивации // Башкирский Экологический Вестник. 1998. № 3. С. 3-7.

УДК 639.331.2

Щёлочность воды. Методы определения

Чемерис Д. А., Камашев Н. А.
Научный руководитель – Григорьева Т. А.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Щёлочность — это мера способности воды нейтрализовать кислоты, а также способность воды сопротивляться изменению pH при добавлении кислоты. Щёлочность тесно связана с показателем pH и отражает концентрацию анионов слабых органических и неорганических кислот в воде, в основном — угольной [1,2].

Общая щелочность вод обусловлена присутствием в воде гидроксильных ионов и анионов слабых кислот (преимущественно гидрокарбонатов и карбонатов). Щелочность определяется количеством сильной кислоты, необходимой для замещения этих ионов.

В обычных природных водах щелочность зависит в основном от присутствия гидрокарбонатов щелочноземельных металлов, в меньшей степени щелочных. В этом случае значение pH воды не превышает 8,3. Растворимые карбонаты и гидроксиды повышают значение pH (более 8,3). Та часть общей щелочности, которая соответствует количеству кислоты, требуемому для понижения pH до 8,3, называется свободной щелочностью (или щелочностью по фенолфталеину) [3].

Щёлочность влияет на различные аспекты жизни, например:

- В промышленности и строительстве. От значения щёлочности зависит скорость коррозии строительных материалов (бетона), образование карбонатной накипи в котлах.
- В сельском хозяйстве. Щёлочность определяет возможность использования воды для орошения.
- В питьевой воде влияет на здоровье человека. Оптимальным считается показатель 7,5–8,5, в такой воде содержится оптимальное количество ионов водорода, которые необходимы для правильной работы всех органов и систем организма. Употребление слабощелочной воды разжижает кровь и расклеивает эритроциты, что помогает избежать кислородного голодания и тромбоза [4].

В крови влияет на способность переносить кислород. При смещении кислотно-щелочного баланса в сторону закисления эритроциты начинают слипаться, приводя к загустению крови, повышению давления и риску образования тромбов.

Однако чрезмерная щёлочность воды может быть вредной и вызывать аллергические реакции, зуд и раздражения слизистых.

Для определения щелочности воды используют несколько методов анализа:

Титриметрический метод (ЦВ 1.01.11-98 «А» ФР.131.2000.00140 или ГОСТ 31957-2012). Титриметрическим анализом называется метод количественногохимического анализа, основанный на точном измерении объема раствора известной концентрации (титранта), израсходованного на реакцию взаимодействия с определяемым веществом (А).

Титрование осуществляют, медленно прибавляя раствор титранта, из бюретки в коническую колбу, содержащую определяемое (титруемое) вещество, при постоянном перемешивании раствора вращением колбы до тех пор, пока они не провзаимодействуют в эквивалентных количествах.

Момент окончания титрования называется конечной точкой титрования (КТТ). Момент, когда в титруемый раствор добавлено теоретически необходимое количество реагента для реакции с определяемым веществом, называется точкой эквивалентности(ТЭ).

КТТ и ТЭ совпадают редко, и чем больше они отличаются друг от друга, тем большая получается погрешность анализа.

При определении щелочности пробу титруют стандартным раствором кислоты в присутствии индикаторов, например, фенолфталеина или метилового оранжевого. Для проведения исследования используют промышленные анализаторы щёлочности или лабораторные титраторы (рис. 1).

Рисунок 1 - Титриметрический метод анализа

- Колориметрический метод. Измеряют интенсивность цвета, которая позволяет определить количество вещества, растворённого в жидкости. Для исследования применяют фотоколориметры и спектрофотометры (рис. 2).

Рисунок 2 - Спектрофотометр

- Использование тест-наборов и тест-полосок. Тест-полоски используют для экспресс-анализа и приблизительной оценки содержания карбонатов, бикарбонатов, гидроксидов и других растворённых солей в пробе воды (рис. 3).

Рисунок 3 – Тест полоски универсальной индикаторной бумаги

В рамках настоящей работы были проведены исследования проб природной воды, отобранной в четырех ранзых точках г. Ухты. Определение щелочности проводилось в соответствии с ЦВ 1.01.11-98 «А» ФР.131.2000.00140 «МЕТОДИКА выполнения измерений щелочности в пробах питьевой и природной воды титриметрическим методом». Результаты исследований представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Данные проб воды с четырёх разных точек Ухты (Вп)

№ пробы	Общая щёлочность, ммоль/дм^3	Свободная щёлочность, ммоль/дм^3
1	$3{,}7 \pm 0{,}6$	0
2	$3{,}3 \pm 0{,}5$	0
3	$3{,}5 \pm 0{,}5$	0
4	$1{,}65 \pm 0{,}25$	0

Так как свободная щёлочность во всех четырёх пробах равна нулю, а общая больше нуля, то можно сделать вывод о том, что щёлочность в этих пробах обусловлена не карбонатами и не гидрокарбонатами, а солями других слабых кислот или гидроксидами металлов.

Библиографический список:

1. Д. Б. Бекказинова, Изучение свойств питьевой и щелочной ионизированной воды / Д. Б. Бекказинова, Д. А. Карлибаева, Д. Н. Нурлан, А. Т. Оналбай // Вестник КазНМУ. 2014. №3-3.
2. Ермолаева В. А. Изучение сезонных изменений жесткости и щелочности питьевой воды //Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – №. 1 (77). – С. 44-53.
3. ЦВ 1.01.11-98 «А» ФР.131.2000.00140 «МЕТОДИКА выполнения измерений щелочности в пробах питьевой и природной воды титриметрическим методом».
4. Бурдакова Н. Е. Влияние качества питьевой воды на здоровье человека //Актуальные проблемы экологии в XXI веке. – 2014. – С. 56-59.

УДК 546.2

Исследование кинетики гетерогенных реакций

Пиксаева Е. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Реакция растворения карбоната кальция (CaCOз) в кислотах относится к гетерогенным реакциям, которые протекают на границе раздела фаз, в неоднородной среде. Подобные процессы менее однородные и более сложные, чем гомогенные: на взаимодействие между реагирующими веществами, и соответственно, скорость процесса влияет не только природа веществ, но и их агрегатное состояние и степень дисперсности реагентов. В работе изучена скорость растворения карбоната кальция в минеральных кислотах, получены кинетические кривые, определена константа скорости реакции [1]

Исследование кинетики растворения карбонатов в кислоте необходимо для решения различных задач, например:

– Для поиска эффективных способов очистки теплонагревательных поверхностей от осадков карбонатов металлов: определения оптимальных условий проведения технологических процессов растворения карбонатных отложений.

– При проектировании кислотных обработок: на основании кинетических кривых, полученных экспериментально, можно рассчитать скорость закачки реагентов, объём кислотного состава, количество циклов закачки рабочих жидкостей и т.д. Все эти параметры необходимо учитывать для прогноза продуктивности скважины после обработки и оценки ожидаемой прибыли.

– Для установления оптимальных условий закачки растворов в карбонатные пласты, насыщенные углеводородами: изучение кинетики помогает определить коэффициенты массопередачи и энергии активации реакции кислотно-карбонатного взаимодействия при низких температурах и высокой минерализации раствора [2].

Растворение карбонатов металлов в минеральных кислотах протекает как гетерогенная кинетически необратимая реакция:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

За ходом этих процессов удобно следить, определяя изменение концентрации кислоты в жидкой фазе по мере растворения исследуемого образца.

Опытным путем установлено, что скорость этих гетерогенных реакций υ пропорциональна первой степени молярной концентрации кислоты в растворе ($C_к$):

$$\upsilon = k \cdot C_к, \quad (1)$$

где k – константа скорости исследуемой гетерогенной реакции.

$$\upsilon = -\frac{V}{S \cdot \nu} \frac{dC_к}{d\tau}, \quad (2)$$

где V – объем раствора кислоты;

S – площадь поверхности растворяемого образца;

ν – стехиометрический коэффициент кислоты в исследуемой реакции.

Объединив указанные выше уравнения получим:

$$-\frac{dC_к}{d\tau} = k \frac{S \cdot \nu}{V} C_к \quad (3)$$

Разделяя переменные и интегрируя полученное уравнение без пределов при S = const и V = const, получим:

$$ln \frac{C_0}{C_к} = k \frac{V}{S \cdot \nu} \tau \quad (4)$$

Из последнего соотношения видно, что график зависимости логарифма концентрации кислоты от времени представляет собой прямую линию, по угловому коэффициенту которой, можно найти константу скорости растворения исследуемой гетерогенной реакции.

Таким образом, для нахождения константы скорости гетерогенной реакции растворения карбоната в минеральных кислотах необходимо знать объем раствора кислоты V, величину поверхности растворяемого образца S и экспериментально проследить за изменением концентрации кислоты во времени.

В настоящей работе получены кинетические кривые растворения карбоната кальция в растворах соляной кислоты с различной концентрацией и определена константа скорости данной реакции.

Исследований проводились следующим образом: из исходного раствора соляной кислоты с концентрацией C(HCl) = 0,02 моль/дм^3, приготовленного из стандарт-титра путем разбавления готовили серию растворов с различной концентрацией.

Точная концентрация полученного раствора соляной кислоты определялась путем титрования в присутствии фенолфталеина, для чего аликвота приготовленного раствора HCl отбиралась в коническую колбу и оттитровывалась при помощи бюретки раствором гидроксида натрия (NaOH) с известной концентрацией до появления неисчезающей окраски при внесении последней капли. Концентрация кислоты рассчитывалась по формуле:

$$C_0 = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{ал}}, \quad (6)$$

где V_{NaOH} – объем щелочи, пошедшей на титрование,

$V_{ал}$ – объем аликвоты кислоты,

$C_{NaOH.}$ – концентрация раствора щелочи.

Далее, приготовленный раствор соляной кислоты в объеме 80см^3 был перенесен в химический стакан, установленный на магнитной мешалке. В стакан помещался фиксатор с брикетом карбоната кальция, так чтобы он полностью находился в кислоте (поверхность образца предварительно была измерена и рассчитана ее площадь.)

С этого момента начинался отсчет времени химической реакции. С помощью пипетки периодически производился отбор проб кислоты (по 5 мл каждые 10 минут в течение 40 минут, т.е. всего четыре пробы). Концентрация кислоты в рабочем растворе определялась путем титрования проб раствором щелочи известного состава. Результаты определений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований

время, t, мин	C (HCl), моль/дм^3			υ, моль /м^2·мин		
	1	2	3	1	2	3
0	0,0028	0,0118	0,0160	0	0	0
10	0,0025	0,0113	0,0150	0,0012	0,0052	0,0040
20	0,0020	0,0105	0,0139	0,0005	0,0024	0,0019
30	0,0016	0,0093	0,0133	0,0003	0,0014	0,0012
40	0,0013	0,0090	0,0122	0,0001	0,0010	0,0008

По полученным результатам построены кинетические кривые (графики зависимости υ от t), а так же графики в координатах $\ln(C_0/Ct)$ от t. Полученные зависимости представлены на рисунках 1 и 2.

Все кинетические кривые имеют одинаковый характер: во время протекания химической реакции концентрация реагента (соляной кислоты) уменьшается, скорость реакции, рассчитываемая по исходному веществу, уменьшается.

Как было сказано выше: график зависимости логарифма концентрации кислоты от времени представляет собой прямую линию, по угловому коэффициенту которой, найдена константа скорости растворения карбоната соляной кислоте: k = 0,062±0,009.

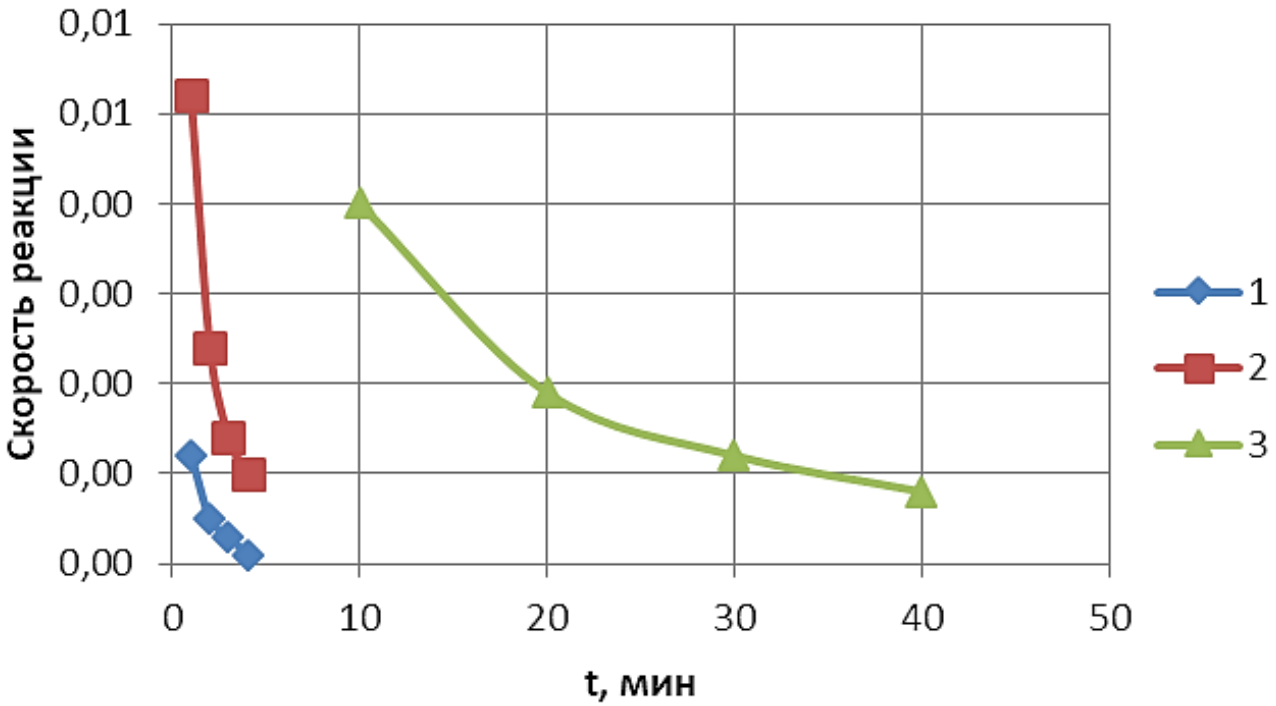


Рисунок 1 – Кинетические кривые растворения карбоната кальция в соляной кислоте: $C_{1исх}$(HCl)= 0,028 моль/дм^3; $C_{2исх}$(HCl)= 0,0118 моль/дм^3; $C_{3исх}$ (HCl)= 0,0160 моль/дм^3.

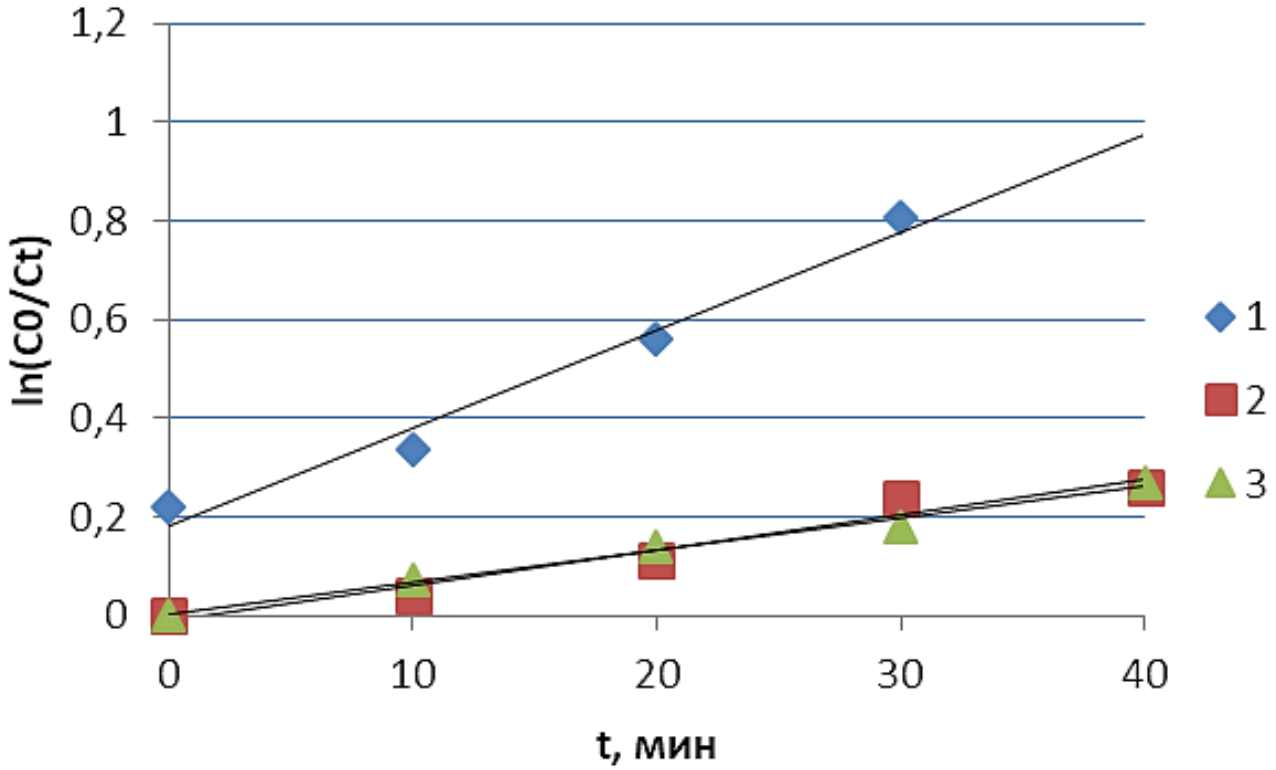


Рисунок 2 – зависимости ln(C_0/Ct) от t: $C_{1исх}$(HCl)= 0,028 моль/дм^3; $C_{2исх}$(HCl)= 0,0118 моль/дм^3; $C_{3исх}$ (HCl)= 0,0160 моль/дм^3.

Библиографический список:

1. Кагиров А.Г.Лабораторный практикум «КИНЕТИКА». Методические указания./ А.Г. Кагиров, А.М. Фолин. Томск: изд. 2-е исправленное, 2024. 85 с.

2. Артамонова И. В. Сравнительный анализ кинетики растворения карбонатов Ca, Mg, Fe, Mn / И.В.Артамонова, И.Г. Горичев, С.М. Крамер // Вестник НовГУ. – 2017. – №5 (103). – с. 57-60.

УДК 542.06 / 66.091

Исследование результатов электролиза солей железа

Подпругина К. А.
Научный руководитель - Ивенина И. В.
Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта, Россия

Работа выполнена в рамках проекта по созданию технологической схемы выделения нефти из водо-нефтяной эмульсии при тонкой очистке пластовых и технических вод от нефтяного загрязнения. Метод очистки предполагает использование ферромагнитных наночастиц, присоединяющихся к поверхности микрокапель эмульгированной нефти и способствующих отделению ее от воды при пропускании через магнитный сепаратор. После цикла очистки магнетит загрязнен нефтью и теряет свои свойства. Поэтому важной частью очистной установки является блок регенерации магнетита, позволяющий восстановить технологические свойства реагента. Блок регенерации – это комплекс аппаратов, в которых осуществляются физико-химические процессы по разделению нефте-магнетитной массы [1]. Регенерация рабочего раствора магнетита позволяет реализовать практически безотходную технологию очистки и оптимизирует ее экономический показатель.

Важным этапом блока регенерации является стадия электролиза, в которой происходит получение нужного соотношения ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в растворе, что является главным условием осаждения ферромагнитных наночастиц по методу Массарта. В результате предыдущих исследований была установлена эффективность предлагаемого метода: из электролизованного раствора легко осаждается магнетит, а полученная суспензия эффективно выполняет свою функцию по очистке от нефтяного загрязнения [2]. Тем не менее технологический режим промышленного процесса полностью не сформирован, поскольку электролиз раствора заданного состава может происходить разными химическими путями, что влияет на продолжительность и экономичность процесса. Протекание той или иной реакции на электродах определяется несколькими факторами и в конечном итоге влияет на содержание продуктов электролиза в растворе, в частности, на количество ионов железа (II), которое имеет определяющее значение при подготовке рабочего раствора магнетита.

Электролиз раствора хлорида железа (III) необходимо проводить в солянокислой среде (при pH≈2), поскольку раствор такого состава образуется на предыдущем этапе технологической цепи регенерации. Процесс осуществляют с железными электродами; использование графитового анода привело бы к образованию опасного хлора. Кроме того, растворение анода является источником ионов железа (II), что и является целью электролиза. В предыдущих работах были исследованы результаты электролиза в зависимости от силы тока и различного соотношения площади анода и катода [2].

Основные процессы, происходящие на электродах, могут быть показаны следующими электродными уравнениями.

Анодная реакция: $Fe^0 - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (растворяется анодное железо).

Катодные реакции: 1) $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe^0$; 2) $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

На катоде, предположительно, также могут протекать реакции:

$Fe^{3+} + 1e^- \rightarrow Fe^{2+}$; $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe^0$; $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$.

В кислой среде возможно также протекание реакции химического растворения железа в кислоте, но скорость этой реакции по сравнению с электролизным растворением пренебрежительно мала, что было продемонстрировано на холостом опыте (выдерживание железного анода в рабочем растворе в течение времени, соответствующего времени электролиза).

Целью данной работы является сравнительная оценка результатов измерения содержания двухвалентного железа в рабочем растворе для приготовления магнетита. Изначально материальный баланс анодного процесса оценивали взвешиванием анода до и после электролиза, и по убыли массы анода определяли содержание двухвалентного железа в растворе. Однако этого, очевидно, недостаточно для полной количественной оценки результатов электролиза.

В данной работе для исследования материального баланса электролиза был использован метод редоксиметрического титрования. Для этой цели были поставлены и решены следующие задачи. 1. Постановка и проверка методики титрования по стандартным растворам. 2. Проведение электролиза и анализ состава свежеэлектролизованных растворов солей железа. 3. Анализ полученных результатов.

В качестве титранта использовали раствор перманганата калия, который вступает в реакцию с ионами железа (II) в соответствии с уравнением реакции:

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ = Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$$

Для подавления побочных реакций окисления хлорид-ионов и осветления раствора добавляли смесь сульфата марганца (II) и серной кислоты. Титрование проводили до появления слабо-розовой окраски раствора.

Результаты определения содержания ионов Fe^{2+} по изменению массы анода и по данным титрования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов электролиза по содержанию ионов Fe(II) в растворе

$C_н$ (по результатам электролиза), моль-экв/дм^3	$C_н$ (по результатам титрования), моль-экв/дм^3	Абсолютное отклонение, моль-экв/дм^3	Относительное отклонение, ε, %	Плотность тока на катоде (А/дм^2)
1	**2**	**3**	**4**	**5**
0,0065	0,0121	0,0056	86,3	5,4
0,0095	0,0152	0,0057	59,1	6,7
0,0110	0,0157	0,0047	42,7	8,1
0,0142	0,0181	0,0039	27,3	9,4

Анализ полученных данных показал, что что содержание ионов Fe^{2+} в растворе после электролиза, определенное методом титрования, значительно превышают концентрацию этих ионов, вычисленную исходя из убыли массы анода. Причем, с ростом плотности тока при электролизе относительное отклонение уменьшается.

В растворе источником ионов железа могут быть две электродные реакции (рис. 1):

$Fe^0 - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (анод) [υ_1] и $Fe^{3+} + 1e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (катод) [υ_2].

Параллельно на катоде может происходить реакция, приводящая к выведению из раствора ионов железа (II): $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe^0$ [υ_3].

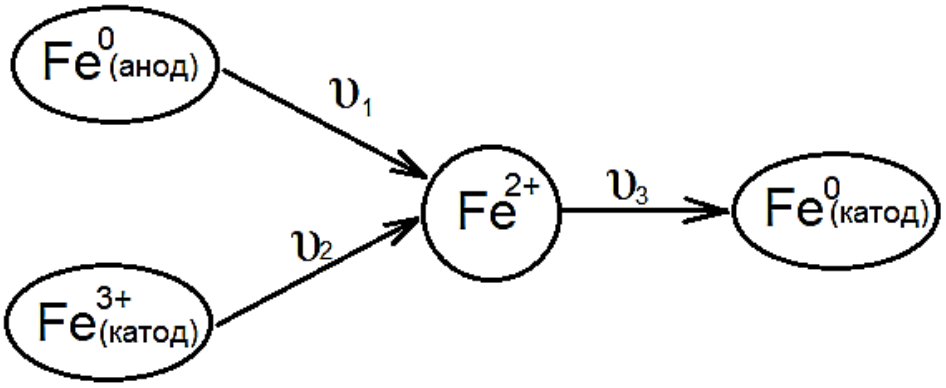


Рисунок 1 – Баланс ионов железа (II) в растворе при электролизе хлорида железа (III) с железным анодом

Каждый процесс характеризуется своей скоростью (υ_1, υ_2, υ_3). И в соответствии со схемой (рис.1) средняя скорость образования ионов железа (II) за время электролиза будет определяться соотношением скоростей:

$$\upsilon_{общ} = \upsilon_1 + \upsilon_2 - \upsilon_3 \quad (1)$$

или:

$$\frac{\Delta C_{общ}}{\tau} = \frac{\Delta C_1}{\tau} + \frac{\Delta C_2}{\tau} - \frac{\Delta C_3}{\tau} \quad (2)$$

При τ = cost (время электролиза постоянно) из выражения (2) получаем:

$$\Delta C_{общ} = \Delta C_1 + \Delta C_2 - \Delta C_3 \quad (3)$$

Принимая во внимание то, что анодное окисление железа – это единственная реакция на аноде, и скорость ее определяется только условиями проведения электролиза (сила тока, температура и др.), получаем, что абсолютное отклонение (ε) (табл. 1) будет определяться тем, сколько ионов Fe^{2+} образуется и израсходуется в катодных процессах, а значит – соотношением скоростей конкурирующих на катоде второй и третьей реакций, то есть ΔC_2 и ΔC_3.

Согласно законам Фарадея, количество эквивалентов веществ, подвергшихся электролизу равно:

$$n_э = \frac{I \cdot t}{F} \quad (4)$$

Все возможные конкурирующие реакции на катоде дают общий выход продукта 100% эквивалентов. Введем долевые коэффициенты: a – мольная доля ионов Fe^{2+}, поступающих в раствор по реакции 2; b – мольная доля ионов Fe^{2+}, уходящих из раствора по реакции 3. Остальные катодные реакции непосредственно не влияют на содержание ионов железа (II) в конечном растворе. Тогда с учетом (4) количество эквивалентов ионов Fe^{2+}, дополнительно образовавшихся в растворе за счет катодных процессов ($\Delta n_э$), будет выражаться соотношением:

$$\Delta n_э = \frac{I \cdot t}{F}(a - b) \quad (5)$$

Расчеты по этой формуле при различных значениях силы тока, пропускаемого через раствор, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Соотношение количества эквивалентов ионов железа (II), участвующих в реакциях 2 и 3 при различных значениях силы тока.

№ п/п	Плотность тока на катоде (А/дм^2)	(a-b), моль-экв
1	5,4	0,018
2	6,7	0,012
3	8,1	0,009
4	9,4	0,006

Анализ этих экспериментальных значений приводит к экспоненциальной зависимости, которая, видимо, определяется разностью энергий активаций реакций 2 и 3 при различных значениях силы тока (плотности тока).

Выводы: 1. Опытным путем доказано, что содержание ионов железа (II) в растворе после электролиза значительно превышает количество этих ионов, образовавшихся при растворении анода. 2. Следовательно, в электролизуемом растворе наблюдается дополнительное образование ионов железа (II) на катоде. 3. Интенсивность этой дополнительной реакции уменьшается с ростом силы тока (плотности тока). Эта зависимость носит экспоненциальный характер. 4. Полученные данные позволят в дальнейшем сделать выбор оптимальных условий электролиза для получения необходимой концентрации раствора электролита при минимальных энергетических затратах.

Библиографический список:
1. Лютоев А. А., Ивенина И.В., Смирнов Ю.Г. Регенерация ферромагнитных наночастиц в ходе тонкой очистки воды от эмульгированной нефти // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. В 2 ч. Ч. 2. – 2018. – С. 258-260.
2. Ивенина, И. В. Оптимизация электролизной подготовки рабочего раствора в цикле регенерации магнетита / И. В. Ивенина, Ю. Г. Смирнов // Современные проблемы развития Европейского Севера : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ухта, 08–09 июня 2023 года / Под редакцией Р.В. Агиней. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2023. – С. 122-125.

УДК 544.7

Фотокаталитическая активность нанодисперсной системы анатаз/магнетит

Вавринчук К. С., Мартаков И. С.
Научный руководитель - Михайлов В. И.
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследования фотокаталитически активных гибридных наноматериалов состава TiO_2/Fe_3O_4, полученные методом гетерокоагуляции разноимённо заряженных наночастиц в гидрозолях. Были определены такие физико-химические характеристики частиц в водной среде, как гидродинамический диаметр, дзета-потенциал, изоэлектрическая точка (ИЭТ). Определены оптимальные условия проведения гетерокоагуляции, позволяющие получить устойчивые гидрозоли. Фазовый состав и размеры наночастиц и гетероагрегатов определены методом порошковой рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии, соответственно. Изучена фотокаталитическая активность наночастиц TiO_2 и совместных систем TiO_2/Fe_3O_4, содержащих 5, 10 и 15 масс.% магнетита на модельных реакциях разложения органических азотсодержащих красителей и восстановления тяжёлых металлов. В качестве азосоединения был выбран родамин Б. Для оценки фотовосстановления тяжёлых металлов использовали анионные формы шестивалентного хрома Cr(VI). Исследования фотокаталитической активности проводились под действием как ультрафиолетового, так и видимого излучения. Установлено, что полученные наноматериалы потенциально могут быть применимы в промышленных процессах в качестве регенерируемых адсорбентов или функциональных компонентов сорбционных очистных сооружений для фотокаталитической очистки водных сред от органических загрязнителей и соединений тяжелых металлов различного происхождения.

Ключевые слова: Золь-гель, гетерокоагуляция, фотокатализ, магнетит, диоксид титана, анатаз.

Введение. В последнее время исследователи проявляют большой интерес к фотокатализу как к окислительно-восстановительному процессу. Фотокатализ применяют как для органического синтеза [0-3], так и для очистки водных сред от загрязнителей различной природы [4-8].

В качестве фотокатализатора наиболее часто применяется диоксид титана ввиду его высокой фотокаталитической активности и низкой стоимости. Однако наноразмерный диоксид титана в водной среде образует устойчивую коллоидную систему, что затрудняет его извлечение из реакционной среды после процессов фотокатализа. В связи с этим исследователи предлагают использовать различные носители, такие как SiO_2[9-11], графен [12-14], полимерные матрицы [15-16] и др. В свою очередь нами предложено использование процесса гетерокоагуляции наночастиц противоположного поверхностного заряда, а именно диоксида титана со структурой анатаза (положительный заряд поверхности) и модифицированного лимонной кислотой магнетита (отрицательный заряд поверхности), для получения магнитовосприимчивых гетероагрегатов состава TiO_2/Fe_3O_4. Данный подход позволяет проводить настройку свойств материала под конкретную задачу варьированием соотношения компонентов. Таким образом планируется решить проблему образования взвесей без использования сложных и дорогостоящих технологических процессов.

Материалы и методы. Гидрозоль диоксида титана получали из тетраэтоксида титана методом золь-гель синтеза в растворе соляной кислоты. Для этого готовили спиртовой раствор тетраэтоксида титана разбавлением исходного реактива в 4 раза изопропиловым спиртом. В последующем приливали полученный спиртовой раствор в перемешивающийся при 800 об/мин водный раствор хлороводородной кислоты с pH 2.0. Далее полученная дисперсия перемешивалась в течении 2 месяцев.

Отрицательно заряженный гидрозоль магнетита получали методом химического соосаждения хлоридов Fe(II) и Fe(III) концентрированным водным раствором аммиака с последующей модификацией поверхности лимонной кислотой. После промывки от избытка лимонной кислоты систему подвергли ультразвуковому диспергированию в течении 90 мин.

Для получения совместной системы TiO_2/Fe_3O_4 проводили смешивание в различных рассчитанных пропорциях положительного золя TiO_2 и отрицательного золя Fe_3O_4.

Изучение гидродинамического диаметра водных дисперсий проводили методом динамического рассеяния света (ДРС). Методом лазерного доплеровского электрофореза (ЛДЭ) был определён дзета потенциал водных дисперсий. Измерения проводились с использованием лазерного анализатора наночастиц Malvern Zetasizer Nano ZS (He/Ne-лазер мощностью 4 мВт, 633 нм) при 25 °C в капиллярной ячейке DTS1070, при 100 кратном разбавлении дисперсий деионизированной водой. Все измерения проводились не менее трёх раз.

Изучение фазового состава и кристаллической структуры порошков поводили методом рентгенофазового анализа (РФА) с использованием рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD - 6000 (Cu-Kα излучение, длина волны 1.5406 Å, диапазон углов 2θ 20–80°).

Образцы исследовали на просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) JEOL JEM 2100 UHR при ускоряющем напряжении 200 кВ. Образцы золей наносили на медные сетки для ПЭМ (Ted Pella, США) со сплошным покрытием формвар/углерод, после чего высушивали. Получение микрофотографий осуществляли с помощью камеры Quemesa 11 MegaPixel CCD (Olympus, Япония).

Измерение водородного показателя (pH) проводили на pH-метре Эксперт-pH (Эконикс-Эксперт) с комбинированным электродом ЭСЛК-01.7.

Концентрацию модельных соединений определяли методом UV-Vis спектроскопии на спектрофотометре Solar PB2201 с использованием кварцевых кювет с длиной оптического пути 10 мм. В качестве раствора сравнения использовались растворы HCl с pH 3.0 и 4.0 для растворов бихромата калия и родамина Б соответственно. Для определения максимума поглощения снимали спектры поглощения в диапазоне длин волн 200–800 нм с шагом 1 нм.

Для проведения фотокаталитических исследований использовались источники УФ и видимого излучения. В качестве источника УФ излучения использовалась лампа Spectr UV LED (365 нм, 18 Вт). В качестве источника видимого света использовали лампу видимого света Gauss Elementary LED T160 (100 Вт). Все эксперименты проводились при 25 °C на постоянном расстоянии источника излучения от исследуемых систем. Для всех модельных фотокаталитических реакций концентрация фотокатализатора была одинаковой и составляла 1 г/дм^3. Объём облучаемой системы составлял 30 см^3.

Результаты и обсуждение. По зависимости дзета-потенциала от pH дисперсии определены значения ИЭТ для наночастиц TiO_2 (6.75) и Fe_3O_4 (2.23). При значениях pH в диапазоне между значениями ИЭТ водных дисперсий присутствует область с разноимённым значением дзета потенциала. Для дальнейшего изучения гетерокоагуляции выбрали значение pH 4.0, при котором наблюдается наибольшая разница дзета потенциалов и повышенная коллоидная устойчивость обеих индивидуальных систем.

Процесс гетерокоагуляции разноимённо заряженных золей был изучен при постоянной массовой доле частиц дисперсной фазы в системе 0.02%, для чего гидрозоли разбавляли раствором HCl с pH 4.0.

Исследование гетерокоагуляции показало, что при концентрации магнетита в системе TiO_2/Fe_3O_4 до 50 масс. % и более 80 масс. % водные дисперсии являются агрегативно устойчивыми, так как не наблюдается роста размеров частиц. При концентрации 65 масс. % Fe_3O_4 происходит перезарядка поверхности агрегатов, а в прилегающей области концентраций системы являются седиментационно неустойчивыми.

В результате РФА предварительно лиофильно высушенных образцов диоксида титана, магнетита и гибридной системы TiO_2/10%Fe_3O_4 показано, что рефлексы ксерозоля магнетита соответствуют литературным значениям, приводящимся для фазы магнетита (JCPDS № 19-0629). На дифрактограмме ксерозоля диоксида титана наблюдаются рефлексы, соответствующие фазе анатаза (JCPDS № 21-1272), но также присутствуют малоинтенсивные рефлексы фазы брукита (JCPDS № 29-1360), свидетельствующие о его следовом количестве. Наличие следовых количеств брукита при золь-гель синтезе в похожих условиях также было обнаружено в работе [17]. Дифрактограммы гибридной системы представляют собой набор рефлексов анатаза и магнетита. Определение рефлексов брукита в композите затруднено ввиду наложения рефлексов магнетита (Рисунок 1).

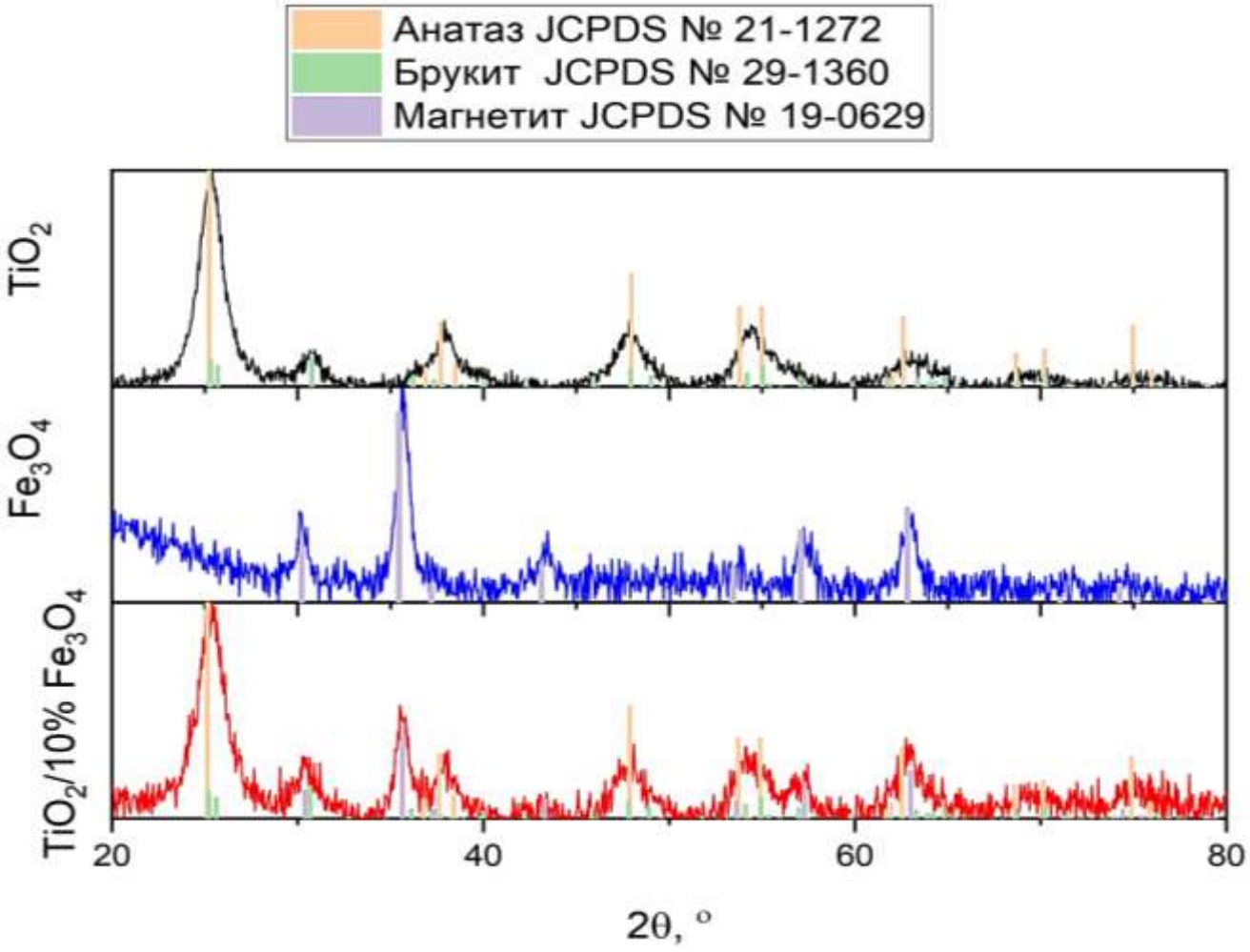


Рисунок 1 - Рентгеновские дифрактограммы ксерозолей TiO_2, Fe_3O_4 и гетероагрегатов TiO_2/10%Fe_3O_4

По уширению наиболее интенсивных рефлексов на дифрактограммах с помощью уравнения Дебая - Шеррера рассчитаны средние размеры областей когерентного рассеяния, которые составляют 6±1 нм для анатаза и 12±2 нм для магнетита.

С помощью ПЭМ были получены изображения дисперсных фаз в гидрозолях оксида титана и магнетита, а также для системы TiO_2/10%Fe_3O_4. По изображениям были определены размеры частиц, которые хорошо согласуются с данными РФА.

Проведено изучение фотокаталитической активности систем в модельных реакциях восстановления соединений Cr(VI) и разложения родамина Б. Использовались растворы модельных загрязнителей с концентрациями C_0(Cr(VI)) = 60 мг/дм^3; C_0(RhB) = 4.4 мг/дм^3. Предварительно были сняты спектры поглощения данных растворов для определения длины волны, соответствующей максимальному поглощению (λ_{max}). Для раствора родамина Б λ_{max} = 553 нм, для раствора Cr(VI) λ_{max} = 347 нм (Рисунок 2).

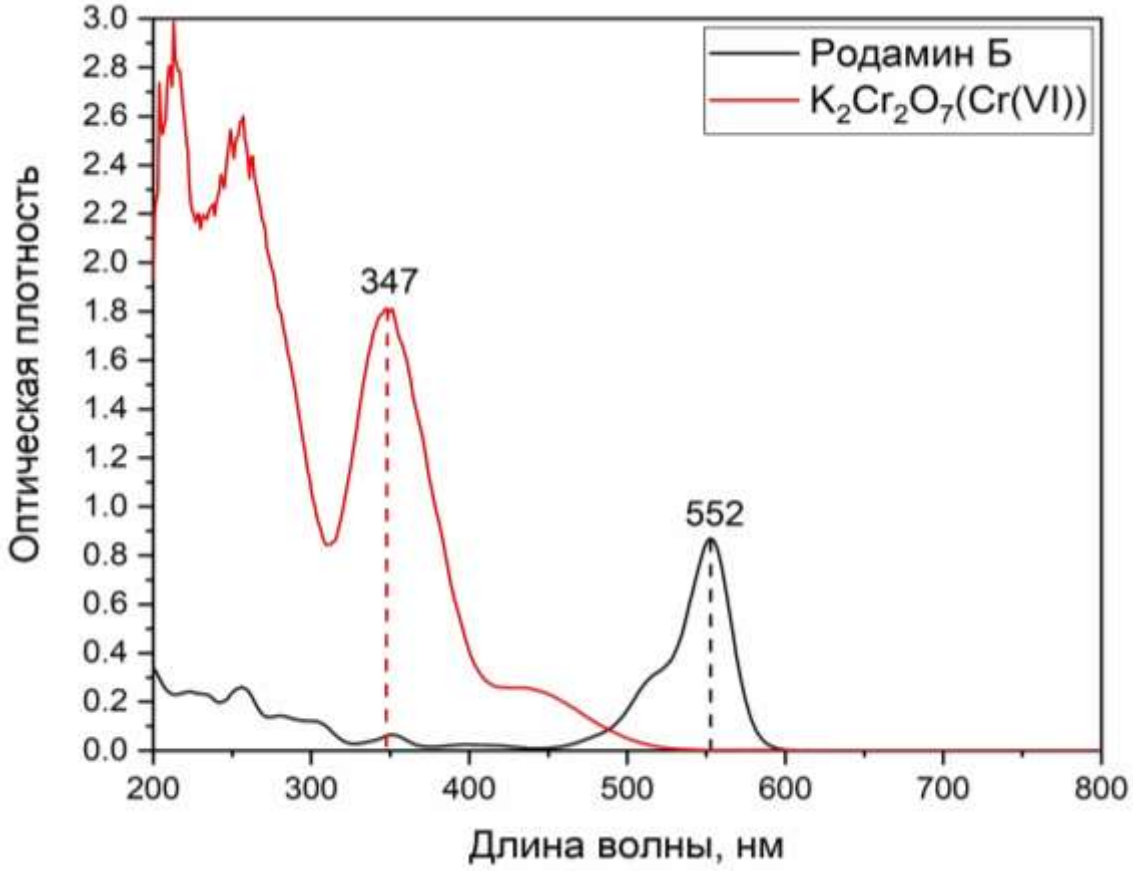


Рисунок 2 - Спектры поглощения водных растворов модельных загрязнителей.

Показано, что добавление к TiO_2 магнетита в количестве 5 масс.% снижает его активность в реакции разложения родамина на 34%, однако большая добавка (10 – 15 масс. %) снижает скорость диффузии загрязняющих веществ к поверхности TiO_2, в результате чего под действием УФ-облучения лимитирующей стадией становится процесс массообмена и оценка скорости химического превращения затруднена. При разложении родамина Б под действием видимого света подобного эффекта не наблюдалось в связи с меньшей скоростью реакции (чем при использовании УФ-излучения), при этом добавление магнетита в количестве 10-15 % приводило к снижению скорости фотокаталитического процесса на 30% и 8% для 10 масс.% и 15 масс.% магнетита соответственно.

При облучении видимым светом фотокаталитического восстановления соединений Cr(VI) не наблюдалось для всех составов. За 3 часа УФ-облучения степень восстановления составила 75 – 80%, а введение 5 масс. % магнетита не привело к ухудшению фотокаталитической активности. Отсутствие фотокаталитической активности в видимой области по отношению к Cr(VI) и ее наличие в случае родамина Б можно объяснить различным механизмом протекания фотокаталитических реакций для данных типов загрязнителей. Так, в случае родамина Б возможна сенсибилизация поверхности TiO_2, а именно перенос электронов от возбуждённых молекул красителя в зону проводимости полупроводника, в результате чего происходит инициация окислительно-восстановительных процессов при длинах волн превышающих край поглощения полупроводника. В то же время при восстановлении Cr(VI) до менее токсичных форм сенсибилизации не наблюдается и требуется УФ излучение для инициирования фотокаталитических реакций.

Заключение. Таким образом, в реакциях разложения родамина Б при видимом излучении и восстановления соединений Cr(VI) при УФ-облучении наличие 5 масс.% магнетита в составе фотокатализатора сохранило исходную фотокаталитическую активность системы, а благодаря магнитной восприимчивости и увеличении размеров частиц в ходе гетероагрегации, значительно облегчило его извлечение из водной среды для возможности дальнейшей рекуперации.

Полученные в ходе данного исследования наноматериалы потенциально могут использоваться для усовершенствования систем водоочистки промышленных предприятий в качестве регенерируемых магнитоуправляемых свободнонасыпных адсорбентов или функциональных компонентов колоночных сорбционных систем непрерывного действия для фотокаталитической очистки водных сред от органических загрязнителей и соединений тяжёлых металлов различного происхождения.

Библиографический список:

1. Hoffmann N. Photocatalysis with TiO_2 Applied to Organic Synthesis // Aust. J. Chem. 2015. Vol. 68, № 11. P. 1621.
2. Hoffmann N. Photochemically induced radical addition of tertiary amines to C=C and C=O double bonds: A green chemistry contribution to organic synthesis // Pure Appl. Chem. 2007. Vol. 79, № 11. P. 1949–1958.
3. Bach T., Hehn J.P. Photochemical Reactions as Key Steps in Natural Product Synthesis // Angew. Chemie Int. Ed. Wiley-VCH Verlag, 2011. Vol. 50, № 5. P. 1000–1045.
4. Dewi D.A.D.N., Simpen I.N., Suarsa I.W. Synthesis and characterization of photocatalys Fe2O3 pillared montmorillonite doped TiO2 and its application for rhodamine b phododegradation using visible light irradiation // J. Kim. 2020. P. 82.
5. Xue Y., Liu X., Zhang N., Shao Y., Xu C.C. Enhanced photocatalytic performance of iron oxides@HTCC fabricated from zinc extraction tailings for methylene blue degradation: Investigation of the photocatalytic mechanism // Int. J. Miner. Metall. Mater. 2023. Vol. 30, № 12. P. 2364–2374.
6. Thi V.H.-T., Lee B.-K. Effective photocatalytic degradation of paracetamol using La-doped ZnO photocatalyst under visible light irradiation // Mater. Res. Bull. Pergamon, 2017. Vol. 96. P. 171–182.
7. Ávila-López M.A., Gavrielides S., Luo X., Ojoajogwu A.E., Tan J.Z.Y., Luévano-Hipólito E., et al. Comparative study of CO2 photoreduction using different conformations of CuO photocatalyst: Powder, coating on mesh and thin film // J. CO2 Util. Elsevier, 2021. Vol. 50. P. 101588.
8. Shelke H.D., Machale A.R., Survase A.A., Pathan H.M., Lokhande C.D., Lokhande A.C., et al. Multifunctional Cu2SnS3 Nanoparticles with Enhanced Photocatalytic Dye Degradation and Antibacterial Activity // Materials (Basel). 2022. Vol. 15, № 9.\
9. Chen F., Zhao J., Hidaka H. Highly selective deethylation of Rhodamine B: Adsorption and photooxidation pathways of the dye on the TiO2/SiO2 composite photocatalyst // Int. J. Photoenergy. 2003. Vol. 5, № 4. P. 209–217.
10. Zanardo D., Forghieri G., Tieuli S., Ghedini E., Menegazzo F., Di Michele A., et al. Effects of SiO2-based scaffolds in TiO2 photocatalyzed CO2 reduction // Catal. Today. Elsevier, 2022. Vol. 387. P. 54–60.
11. Zou L., Luo Y., Hooper M., Hu E. Removal of VOCs by photocatalysis process using adsorption enhanced TiO2–SiO2 catalyst // Chem. Eng. Process. Process Intensif. Elsevier, 2006. Vol. 45, № 11. P. 959–964.
12. Rong X., Qiu F., Zhang C., Fu L., Wang Y., Yang D. Preparation, characterization and photocatalytic application of TiO2–graphene photocatalyst under visible light irradiation // Ceram. Int. Elsevier, 2015. Vol. 41, № 2. P. 2502–2511.
13. Bhanvase B.A., Shende T.P., Sonawane S.H. A review on graphene–TiO 2 and doped graphene–TiO 2 nanocomposite photocatalyst for water and wastewater treatment // Environ. Technol. Rev. 2017. Vol. 6, № 1. P. 1–14.
14. Tan L., Chai S., Mohamed A.R. Synthesis and Applications of Graphene-Based TiO 2 Photocatalysts // ChemSusChem. 2012. Vol. 5, № 10. P. 1868–1882.
15. Ma L., Chen Y., Zheng J. An efficient, stable and reusable polymer/TiO2 photocatalytic membrane for aqueous pollution treatment // J. Mater. Sci. Springer US, 2021. Vol. 56, № 19. P. 11335–11351.
16. Huo T., Zhang X., Dong X., Zhang X., Ma C., Wang G., et al. Photonic crystal coupled porous BiVO4 hybrid for efficient photocatalysis under visible light irradiation // J. Mater. Chem. A. 2014. Vol. 2, № 41. P. 17366–17370.
17. Nimmy A. V., Anandakumar V.M., Biju V. Enhancing the visible-light sensitive photocatalysis of anatase TiO2 through surface-modification // Discov. Mater. Springer International Publishing, 2025. Vol. 5, № 1. P. 45.

УДК 543.3

Определение жесткости воды разных районов Ухты, Сосногорска и Яреги методом титрования

Николаенко Е. П.
Научный руководитель - Засовская М. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Актуальность исследования обусловлена тем, что в разных районах Ухты и её пригородов состав воды может существенно отличаться из-за особенностей водоисточников (подземные скважины, реки, централизованное водоснабжение). Жители сталкиваются с вопросами, связанными с жесткостью воды в быту (накипь в чайниках, белые разводы на сантехнике), в коммунальном хозяйстве (износ труб и бойлеров), а также в промышленности (например, в теплоэнергетике).

Умеренная жесткость обязательна для питьевой воды, так как из нее мы получаем кальций, необходимый для организма. Однако в сильно жесткой воде мыло плохо пенится, так как, например, соли кальция и магния мешают образованию пены. Такая вода непригодна для стирки. Образующаяся накипь выводит из строя стиральные машины, она ложится на стенки водопроводных труб и батарей, в результате чего диаметр их сужается и батареи перестают отдавать тепло. Повышенная жесткость придает воде горьковатый вкус. Она вредна для здоровья человека, так как способствует образованию камней в почках и печени, сильно сушит кожу. Особенно опасна вода с повышенной жесткостью для нежной и легко ранимой кожи новорожденных детей, при их кормлении, а также для беременных женщин [1, 2]. Употребление мягкой воды с жесткостью ниже 1,5–2 ммоль/литр считается неполноценной для здоровья человека по составу микроэлементов. В мировой практике используется несколько единиц измерения жесткости. По одной из классификаций вода делится по жесткости в миллимолях на литр на: очень мягкую — до 1,5; мягкую — 1,5– 4; средней жесткости — 4- 8; жесткую — 8–12; очень жесткую — более 12 ммоль/л.

Одним из показателей качества питьевой воды является ее жесткость - совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней ионов кальция (кальциевая жесткость) и магния (магниевая жесткость). Один из возможных источников солей жесткости в природной воде - горные породы (известняки, доломиты), которые растворяются в результате контакта с природной водой [2].

Жесткость воды - это свойства, которые проявляет вода из- за присутствия в ней катионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

Все двухвалентные катионы оказывают влияние на жесткость, т.к. они взаимодействуют с анионами, образуя при этом соли, которые могут выпадать в осадок (соли жесткости). В таблице 1 и 2 представлены основные катионы металлов, которые вызывают жесткость, и анионы, с которыми они соединяются.

Таблица 1 - Основные ионы, вызывающие жесткость воды

Катионы металлов	Анионы
Ca^{2+}	HCO_3^-
Mg^{2+}	SO_4^{2-}
Sr^{2+}	Cl^-
Fe^{2+}	O_3^-
Mn^{2+}	SiO_3^{2-}

Таблица 2 - Катионы, анионы и соединения, обуславливающие жесткость воды

Катионы	Анионы	Соединения
Кальций (Ca^{2+})	Гидрокарбонат (HCO_3^-)	$Ca(HCO_3)_2$
Магний (Mg^{2+})	Сульфат (SO_4^{2-})	$MgSO_4$
Стронций (Sr^{2+})	Хлорид (Cl^-)	$SrCl_2$
Железо (Fe^{2+})	Нитрат (NO_3^-)	$Fe(NO_3)_2$
Марганец (Mn^{2+})	Силикат (SiO_3^{2-})	$MnSiO_3$

На практике не учитывают влияние катионов стронция, железа, марганца и бария, т.к. это влияние очень незначительное. В результате растворения минералов и горных пород, содержащих кальций и магний, формируется жесткость природной воды. Кальциевая жесткость возникает при растворении известняка и мела, магниевая жесткость - при растворении доломита.

Методика определения временной (карбонатной) жесткости.

С помощью мерного цилиндра отмерить 100 кубических сантиметров водопроводной воды и перелить её в коническую колбу объёмом 250 кубических сантиметров. Добавить 2–3 капли индикатора метилового оранжевого, раствор приобретёт соломенный оттенок. Затем приступайте к титрованию соляной кислотой.

При постоянном перемешивании добавляйте из бюретки рабочий титрованный раствор 0,1 н HCl по каплям до тех пор, пока жёлтая окраска анализируемого раствора воды не изменится от одной капли титранта на розовую. Зафиксируйте объём соляной кислоты в миллилитрах. Повторить процесс титрования с новой порцией водопроводной воды и снова определите объём ($см^3$) соляной кислоты, который был использован для титрования (V_2). Разница между объёмами V_1 и V_2 не должна превышать 0,2 $см^3$. Если разница больше, продолжайте титрование до тех пор, пока она не станет меньше 0,2 $см^3$. Для расчета жесткости определяется средний объем титранта:

$$V_{ср} = (V_1 + V_2) / 2$$

Затем рассчитайте карбонатную жесткость по формуле:

$$Ж = (C_т \times V_т \times 1000) / V_{воды}$$

где $C_т$ - молярная концентрация эквивалента (нормальность) титранта, моль-экв/$дм^3$

$V_т$ - объем титранта, израсходованный на титрование, $см^3$

Методика определения общей жесткости

В коническую колбу объёмом 250 $см^3$ с помощью пипетки или мерного цилиндра налейте 100 $см^3$ водопроводной воды. Добавьте 5 $см^3$ аммиачно-буферного раствора и немного порошка индикатора эриохрома чёрного Т, чтобы раствор приобрёл светло-фиолетовый оттенок. Перед началом титрования содержимое колбы тщательно перемешать, вращая её. Медленно титруйте раствор, добавляя 0,05 н раствор титранта — ЭДТА. В завершении титрования раствор начнёт темнеть. Затем необходимо добавить ЭДТА по одной капле и тщательно перемешивать раствор после каждой капли. Титрование считается завершённым, когда от очередной капли титранта раствор из фиолетового станет синим или сине- голубым. Определите объём ЭДТА, с помощью бюретки (V_1). Повторите титрование с новой порцией воды и снова определите объём титранта, пошедшего на титрование (V_2). Для расчета жесткости определите средний объем титранта:

$$V_{ср} = (V_1 + V_2) / 2$$

Затем рассчитайте общую жесткость по формуле:

$$Ж = (C_{тт} \times V_т \times 1000) / V_{воды}$$

где $C_т$ - молярная концентрация эквивалента (нормальность) титранта, моль-экв/$дм^3$

$V_т$ - объем титранта, израсходованный на титрование, $см^3$

Определение постоянной жесткости воды

Постоянную (некарбонатную) жесткость воды определите по разности значений жесткости общей и карбонатной, определенных ранее:

$$Ж_{пост} = Ж_{общ} – Ж_{карб}$$ [3].

После выполнения данной работы получили следующие значения (таблица 3):

Таблица 3 - Значения жесткости воды

Район города	Ж(временная)	Ж(общая)	Ж(постоянна)
Сосногорск	4,97	11,4	6,43
Ухта (старый город)	5,8	7,15	1,35
Ухта (новый город)	5,9	7,2	1,3
Ярега	3,7	4,2	0,5
Ухта (Юбилейная)	5,6	7,12	1,52
Ухта (Сенюкова)	5,77	7,2	1,4
Ярега (техническая)	3,4	3,7	0,3

В ходе проделанной работы мы определили жесткость воды в Ухте и её пригородах. И провели анализ получившихся данных. В результате мы узнали, что самая жесткая вода в Сосногорске, а самая мягкая на Яреге. Жесткость воды изменяется юга на север. После мы попробовали различные методы по уменьшению жесткости воды. Самым лучшим оказался фильтр-1 (использовался «фильтр-кувшин» с фильтром Аквафор). Так же проводились работы по исследованию жесткости воды после стационарной системы очистки воды – фильтр-2. Стоит отметить, что кипячение уменьшила жесткость воды лучше, чем фильтр-2. Из этого можно сделать вывод, что качественный фильтр, конечно, лучше справляется с поставленной задачей, но обычный домашний метод тоже имеет место быть. В выборе методов уменьшения жесткости воды в приоритете стоит экономическая составляющая, фильтр-1 уменьшает жесткость лучше, но не выгоден экономически, его нужно менять каждые две недели. Стационарная система воды – фильтр-2, устанавливается надолго, уменьшает жесткость хуже, но экономически более выгодна. В данном исследовании мы не рассматривали органолептические свойства воды после очистки, а они тоже влияют на выбор метода фильтрации.

Библиографический список:

1. З. С. Шпаусус. Путешествие в мир химии. М.: Просвещение, 1967, 431с.
2. Г. Д. Харлампович и др. Многоликая химия, М.: Просвещение, 1992, 159 с.
3. Т.А. Григорьева Химия. Определение жесткости воды: методические указания / Т.А. Григорьева. – Ухта: УГТУ,2020.-10с.-Текст: электронный.

СЕКЦИЯ 17. ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗИ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ

УДК 339.3

Обзор механизмов оценки клиентоориентированного подхода в ритейле

Бабинцева А. С.
Научный руководитель – Зевеке О. Ю.
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

Актуальность темы объясняется тем, что в условиях существенных изменений экономики и активного использования цифровых ресурсов современные компании нацелены на клиентоориентированный подход, который предполагает налаживание взаимодействия с потребителями. Рост продаж, увеличение аудитории и повышение конкурентоспособности рассматриваются как главные элементы такого подхода.

В теоретическом плане современный маркетинг строится на четырех главных принципах, среди которых особое место занимает клиентоориентированный подход. Такой подход представляет собой не просто стратегию, а целую философию ведения бизнеса. Благодаря ему компании имеют возможность формировать маркетинговые программы, которые максимально отвечают запросам потребителей. Руководители организаций, внедряющие этот подход, создают основу для построения продолжительных взаимоотношений с клиентами, предлагая им решения, полностью соответствующие их потребностям.

Если анализировать исследования авторов, то можно увидеть разные варианты трактования термина «клиентоориентированность». Так, например, в трудах В.В. Бусаркиной предлагается альтернативное понимание данного термина. По мнению автора, клиентоориентированность не ограничивается инструментом получения экономической выгоды, а представляет собой «высочайшее значение ориентации предприятия на максимальное удовлетворение клиента». Исследователь подчеркивает, что данное понятие является фундаментальной миссией и главной характеристикой компании [1].

Отечественный исследователь Б. Рыжковский предлагает альтернативное видение. Автор считает, что клиентоориентированность выступает в качестве управленческого инструмента в структуре организации. При этом, экономические результаты компании влияют на действенность использования этого метода управления отношениями с клиентами [2].

Зарубежные исследователи М. Соломон и Л. Ингильери в своих работах описывают клиентоориентированность как построение длительных и надежных связей между потребителем и компанией. Авторы утверждают, что этот механизм создает основу для продолжительного функционирования организации через установление доверительных отношений с клиентской базой [2].

В целом, можно сказать, что клиентоориентированный подход – это современный метод удовлетворения потребностей и желаний клиентов, который учитывает их мнения и предпочтения и старается предложить наилучший сервис и продукты. Цель клиентоориентированного подхода — выстроить долгосрочные отношения с покупателями. Для этого компания делает взаимодействие с брендом максимально приятным: предлагает скидки, бесплатную доставку, круглосуточную поддержку.

В контексте ограниченных финансовых возможностей компаниям необходимо тщательно оценивать экономическую целесообразность своих мероприятий, направленных на усиление клиентоориентированности. Осуществление такого анализа становится особенно важным этапом перед внедрением новых клиентских сервисов. При этом, создавая разнообразные механизмы формирования лояльности потребителей, следует одновременно разрабатывать и соответствующие методологии для измерения их эффективности, поскольку различные стратегии требуют индивидуальных подходов к оценке результатов [3]. Так как клиенты выражают своё восприятие клиентоориентированности через показатели лояльности, то механизмы оценки и модели основаны на анализе их лояльности, в данном случае в сфере ритейла.

Как известно, за последние годы рынок ритейла сильно изменился, демонстрируя высокие показатели, особенно в электронной коммерции. Если обратиться к статистике, то согласно сведениям АКОРТ, которая объединяет 26 крупнейших компаний, представляющих в различных сегментах розничной торговли более 40% доли сетей, были выделены наиболее важные показатели и достижения в этом секторе (рисунок 1).

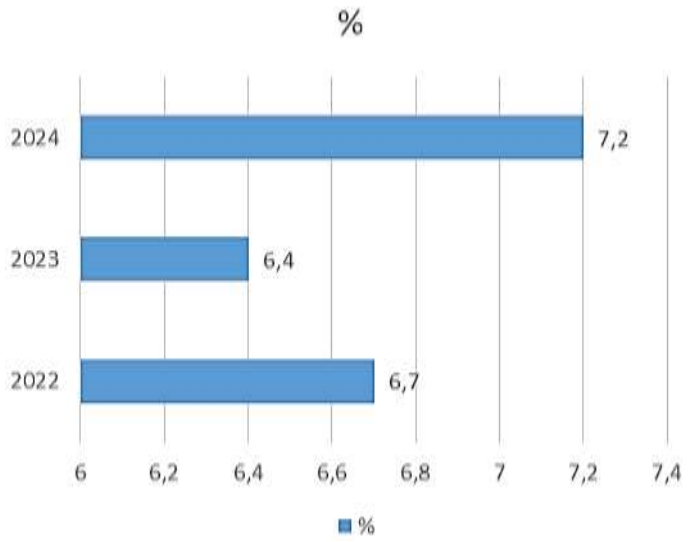


Рисунок 1 – Изменение показателей розничной торговли, 2022-2024, % [5]

Стоит отметить тот факт, что в условиях цифровизации выросли показатели электронной коммерции, о чем свидетельствуют данные по количеству заказов на рынке логистики для электронной торговли за 2023 год (рисунок 2).

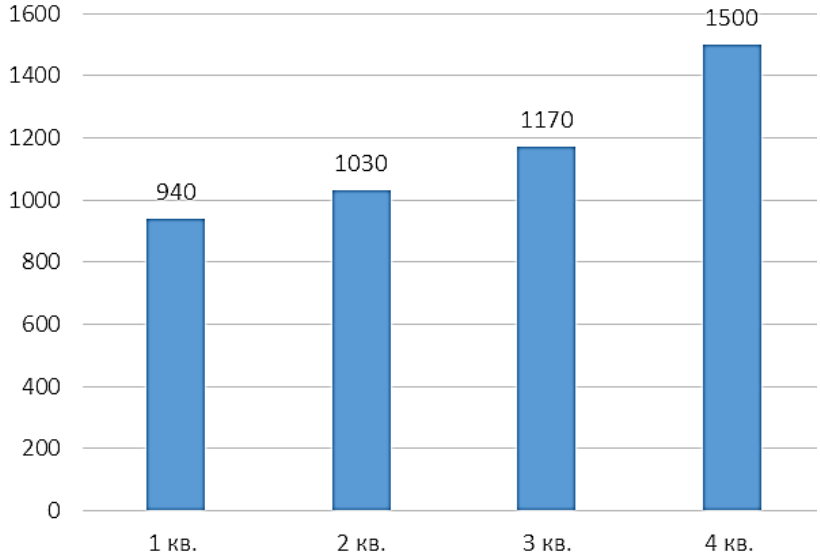


Рисунок 2 - Количество заказов на рынке логистики для электронной торговли, 2023, млн шт. [5]

Статистика показывает, что в 2023 году объем рынка ритейла через интернет в России составил 7,8 трлн рублей и 5,03 млрд заказов, при этом темпы роста количества заказов – +78%. Объем рынка в рублях вырос на 44%. Основная причина роста состоит в стабилизации экономической ситуации [4].

Рост объёмов продаж в ритейле за последние три года говорит о том, что лояльность клиентов повысилась, потребители стали совершать покупки через Интернет намного чаще, отдавая предпочтения компаниям, которые нацелены на применения современного клиентоориентированного подхода. Чтобы оценить эффективность такого подхода, можно рассмотреть несколько наиболее удачных механизмов. Чаще всего для оценки клиентоориентированности используют опросы, фокус-группы.

Далее стоит на примере крупной торговой сети X5 Group можно рассчитать показатели лояльности. Для этого будет использован способ оценки индекса NPS. Он выполняется с помощью опроса среди покупателей торговой сети Пятерочка. На основе экспертного опроса среди 250 покупателей магазина Пятерочка будет оценена компания.

Для этого покупатель ставит оценку магазину при покупке от 0 (не будут рекомендовать) до 10 баллов (готов советовать своим друзьям). Полученные ответы распределяются по группам:

9-10 баллов — лояльные клиенты;

7-8 баллов — нейтральные покупатели;

0-6 баллов — критики.

Далее указаны результаты ответов респондентов на главный вопрос: Какова вероятность того, что Вы порекомендуете магазин Пятерочка для ежедневных покупок товаров своим друзьям/коллегам/знакомым? по 10 -бальной шкале, где 1 – «не порекомендую», а 10 – «обязательно порекомендую» (рисунок 3).

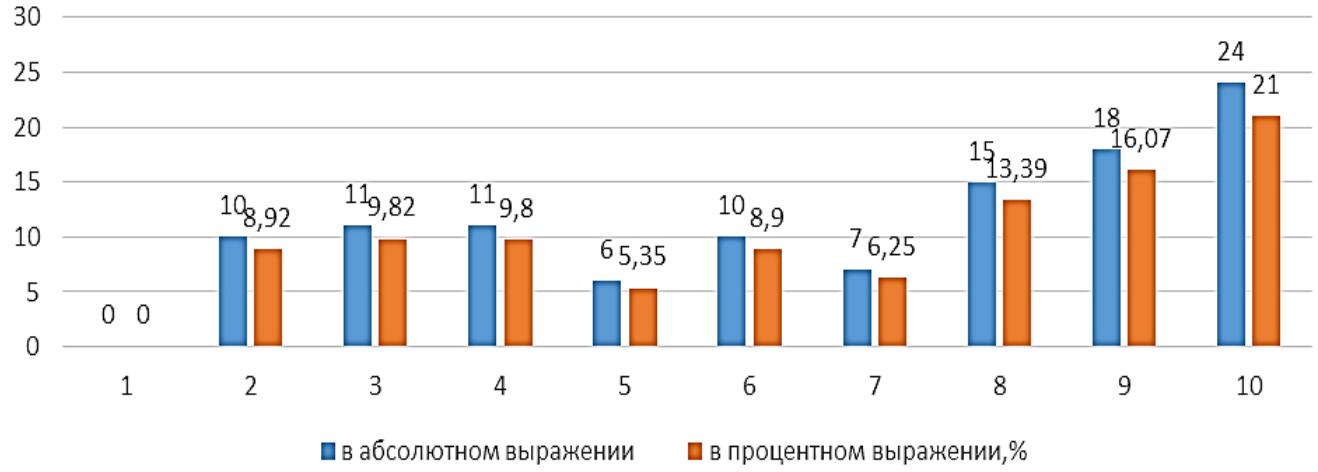


Рисунок 3 – Расчет NPS для магазина Пятерочка

Исходя из данных рисунка 3 можно сказать, что клиенты лояльно относятся к сети магазина «Пятерочка» и будут рекомендовать его для повседневных покупок.

Еще одним механизмом оценки является проведения анализа данных о покупках, то есть эксперты изучают историю покупок клиентов с целью определения предпочтений и поведения. Для такого способа популярным инструментом является CRM-системы. они помогают компаниям отслеживать взаимодействий с клиентами и анализировать их потребности.

Также существует механизм оценки в виде анализа отзывов и рейтингов на определенные категории товаров. Покупатели сейчас активно изучают отзывы, просматривают цены в интернете и читают описания товаров, изучают их качество, визуализацию в 3D. Особенности работы с отзывами и рейтингами состоят в том, что данное направление главным образом помогает сформировать имидж бренда и повлиять на покупательское поведение. В первую очередь, отзывы являются особым источником информации для потенциальных покупателей, так как товары с высокими рейтингами повышают доверие. Работа с отзывами направлена на то, чтобы ритейлеры могли активно управлять ими, реагируя как на положительные, так и на отрицательные оценки. Мониторинг отзывов может быть выполнен на платформах Google, а также в социальных сетях и на специализированных сайтах.

Также механизмом оценки является расчет такой метрики, как уровень оттока потребителей. Она рассчитывается по следующей формуле:

$$Cr = \frac{Ns}{Tnb} \times 100, \quad (1)$$

где Cr – Уровень оттока

Ns – количество пользователей, покинувших онлайн-сервис в течение периода,

Tnb - общее количество пользователей на начало периода.

Далее на примере приложения доставки магазина Пятерочка стоит рассчитать уровень оттока клиентов в онлайн сервисе. Для этого установлено, что 4456 пользователей за год покинуло онлайн сервис доставки магазина «Пятерочка». Общее число пользователей на начало 2024 года было 201 568 человек, тогда

Cr = 4456/201568×100= 2,21%. То есть уровень оттока в онлайн сервисе не значителен и составляет менее 10%.

Для того, чтобы рассчитать темпы роста покупателей в определённой категории товаров, то целесообразно применять такую формулу:

$$Us = \left(\frac{Nn - Nbeg}{Nbeg}\right) \times 100 \quad (2)$$

где Us – темп роста,

Nn - количество новых покупателей за период,

Nbeg - количество покупателей на начало периода.

Данный показатель оценивает скорость увеличения базы покупателей за определенный период времени. Компании могут понять насколько быстро товар или услуга привлекает новых пользователей или увеличивает свою активную аудиторию.

Такой индикатор, как CSAT предоставляет возможность клиентоориентированным компаниям оперативно определить степень удовлетворенности потребителей предлагаемыми товарами или сервисами. Благодаря своей эффективности при всей простоте использования, этот инструмент помогает понять, соответствует ли предложение компании запросам аудитории или нет. Результаты измерений, проводимых обычно по шкалам 1-5 или 1-7, поддаются удобному обобщению и дальнейшему исследованию. Формула выглядит следующим образом:

$$\text{CSAT} = \frac{\text{кол-во положительных ответо}}{\text{общее кол-во ответов}} \times 100 \quad (3)$$

где CSAT - это показатель, который измеряет уровень удовлетворенности клиентов с вашим продуктом, услугой или опытом взаимодействия.

Кроме вышеописанных механизмов, стоит назвать анализ клиентских сегментов, который предполагает разделение клиентов на группы, исходя из различных критерий, например, по возрасту, полу, предпочтениям. Этот подход применяют для детального изучения их потребностей и адаптации предложения.

Также, показатель CJM (от англ. customer journey map) служит для воспроизводства пути, который проходит клиент от осознания потребности в продукте до его покупки, а иногда и после неё. Всё это время он взаимодействует с продуктом и компанией и принимает решение на основе полученного опыта. Маркетологи анализируют опыт клиента и делают выводы: что сделать на каждом этапе, чтобы клиент остался доволен и пришёл ещё.

Итак, рассмотренные механизмы могут быть применены как отдельно, так и в сочетании друг с другом.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что на текущем этапе развития экономики компаниям следует акцентировать свое внимание и деятельность на клиенте и его предпочтениях. Эффективная и грамотная ориентация на потребности клиентов являются ключевым фактором развития в текущих рыночных реалиях. Используя различные метрики и механизмы, компании могут эффективно оценить результаты применения своего клиентоориентированного подхода. После чего можно скорректировать задачи и мероприятия. В целом, клиентоориентированный подход направлен на долгосрочную работу с клиентом, при этом компании выстраивают стратегию, нацеленную на многолетнее присутствие на рынке. Такой подход формирует устойчивую бизнес-модель, где главное место занимают интересы покупателей.

Библиографический список:

1. Бусаркина В.В. Понятие клиентоориентированности предприятия и проблемы ее оценки [Электронный ресурс] // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 4 (24). – Режим доступа: http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=1660 (дата обращения: 15.03.2025).

2. Дыбкина А. Н. Клиентоориентированность в современной экономике: анализ рынка продуктового ритейла в России//Вопросы студенческой науки Выпуск. 2021. №6 (58). С. 123-129.
3. РБК исследования рынков. Сравнительный экспресс-анализ крупнейших публичных ритейлеров в сегменте FMCG, 2021 г. – [Электронный ресурс] – URL: https://marketing.rbc.ru/research/44763/ (дата обращения: 01.03.2025).
4. Росстат-розничная торговля [Электронный ресурс]. URL - https://rosstat.gov.ru/statistics/roznichnayatorgovlya (дата обращения 20.03.2025).
5. Цифры и факты ритейла [Электронный ресурс]. URL: https://acort.ru/tsifry-i-fakty-riteyla/?ysclid=m8idv21u6b20422734 (дата обращения 20.03.2025).

УДК 332.145

Повышение эффективности работы металлургических предприятий за счет внедрения автоматизированной системы управления производством

Герчикова А. Е., Далидан Е. А.
Научный руководитель - Сидоренко С. А.
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,
г. Санкт-Петербург, Россия

В экономике Российской Федерации весомый вклад составляет добыча и переработка минеральных ресурсов**.** В настоящее время черная металлургия является основой тяжелой промышленности. Продукция этой отрасли находит широкое применение в машиностроении, металлообработке, строительстве и других сферах. Производство черных металлов включает добычу, подготовку сырья и материалов для проката. Металлургическое производство является опорой для трех главных направлений экономики: промышленного сектора, строительной отрасли и топливно-энергетического хозяйства, которые суммарно составляют 58% валового внутреннего продукта. По мере развития предприятий металлургии изменяются требования, стандарты по изготовлению и обработке выпускаемой продукции. При этом Стратегия развития металлургической промышленности предусматривает повышение объемов производства металлургических предприятий. Для обеспечения ритмичной и непрерывной работы компаний и повышения производительности труда необходимо совершенствовать или внедрять программное обеспечение, позволяющее консолидировать процессы производства воедино, решать задачи синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска посредством сокращения сроков изготовления и снижения себестоимости продукции. Для обоснования данного внедрения необходимо оценить затраты и экономический эффект автоматизированной системы управления производством MES (Manufacturing Execution System) интегрирования в производственную структуру предприятия. Целевой индикатор (выплавка стали) в Стратегии развития металлургической промышленности прогнозируется к 2030 году на уровне 90,4 млн. тонн, в связи с чем на предприятиях металлургической промышленности повышается актуальность внедрения инновационно -новых систем обеспечения для непрерывного производства продукции. [5]

MES – это система управления предприятием, использующая цифровое программное обеспечение. Она отвечает за планирование, контроль, мониторинг и оптимизацию производственных процессов на заводах – изготовителях в металлургической отрасли. Эта система также помогает улучшить эффективность производства и повысить качество продукции на предприятии [1].

MES обеспечивает контроль производственного процесса в режиме реального времени, позволяя всем сторонам, участвующим в процессе производства, контролировать операции, выявлять узкие места, минимизировать время простоя и принимать обоснованные решения. Внедрение MES-системы в предприятие металлургической промышленности решает следующие задачи: управление заказами, управление поставками, управление качеством, планирование производства, выполнение производственных операций и обратную связь, управление энергопотреблением, управление складированием и транспортировкой, управление

крупномасштабными инструментами, управление сырьем и готовой продукцией и другими бизнес-модулями для совместной оптимизации планирования металлургической промышленности, качества выпускаемой продукции и её затрат (см. рис. 1). Через MES данные из производственных систем по всему миру могут быть подключены к информационному потоку центральной системы ERP. Программное обеспечение MES обеспечивает эффективный сбор машинных и эксплуатационных данных. Благодаря их поддержке, производственные задания могут быть оптимально спланированы. Цифровая документация заданий позволяет службе контроля качества собирать данные и функционировать независимо от таких программ, как Microsoft Excel или Word [3].

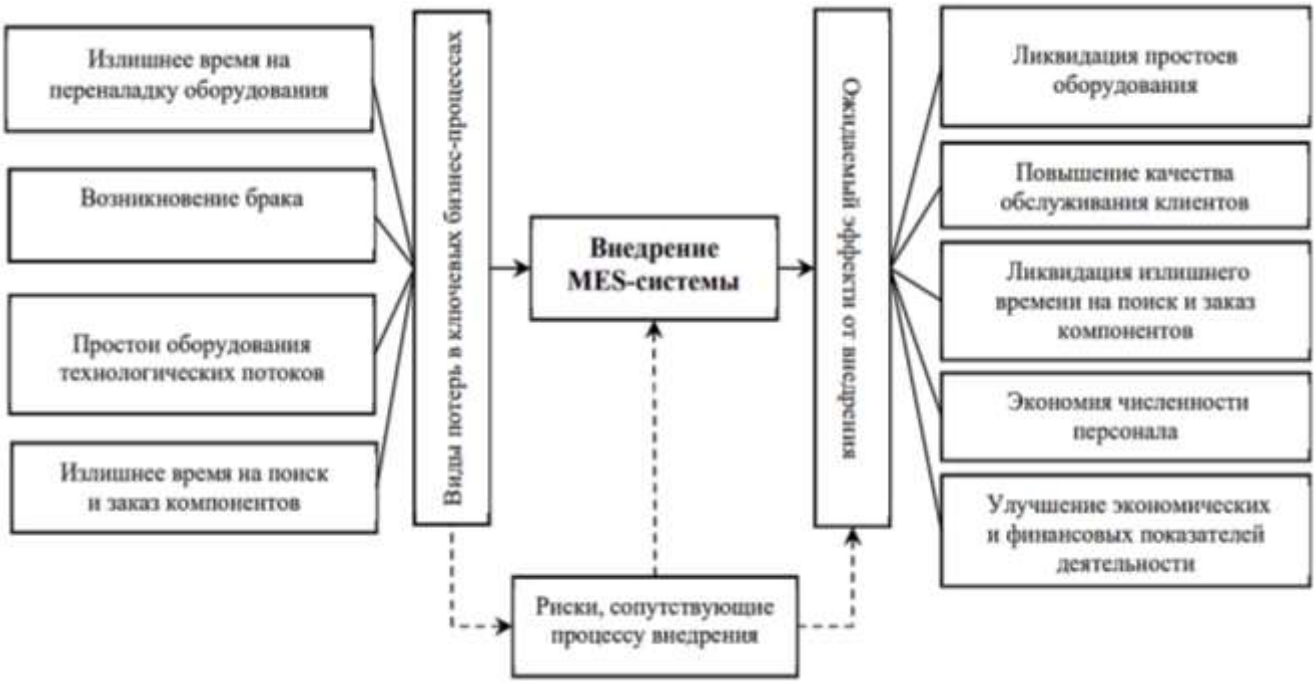


Рисунок 1 – Ликвидация потерь и ожидаемый эффект от внедрения MES-системы [2]

В металлургической промышленности достижение абсолютной точности в расчетах по внедрению MES-системы представляется затруднительным из-за недостатка эмпирических данных. Для получения достоверных результатов необходимо провести всесторонний анализ производственного процесса предприятия, включая детальную оценку каждого отдельного действия работников. Такой подход является единственным способом обоснованно определить, в каких структурных подразделениях возможно эффективное применение MES для автоматизации и оптимизации производственных процессов, какие временные преимущества это может предоставить и в какой степени способно снизить уровень брака производимой продукции.

Эффект за счет экономия затрат от внедрения автоматизированной системы управления MES сопоставим с первоначальными инвестициями и текущими расходами на его поддержку и техническое обслуживание. Важно учитывать количество рабочих станций (внутрисистемное программное обеспечение), которые будут оснащены MES, а также количество установок оборудования, предполагаемых для подключения к данной системе.

Для примера рассмотрим внедрение MES на предприятие, а также проанализируем рентабельность инвестиций для интеграции данной системы (см. рис. 2).

Следует отметить, что для инвестиционного анализа на графике представлена крупная немецкая металлургическая компания «SAP AG», которая внедрила и использует MES-SYSTEM практически на каждом производственном уровне [1].

График иллюстрирует, как такой расчет затрат работает на практике. Это включает в себя использование консолидированных значений из различных проектов MES и объединение их в металлургическую компанию «SAP AG». Данное предприятие производит 700 позиций листового проката в день, которые проходят через 20 рабочих станций

(металлообрабатывающего оборудования). Единовременная стоимость приобретения MES-системы, которая будет работать локально и развернута для всех станций, составляет 200 000 евро. 25 000 евро за лицензию и подключение оборудования, 100 000 евро за услуги и 50 000 евро за оборудование и инфраструктуру. К этому добавляются 18 000 евро ежегодных эксплуатационных расходов на поддержку и техническое обслуживание. Стоимость рабочей силы для рабочего составляет 15 евро, а для начальника смены – 30 евро в час. При марже прибыли в 10 евро стоимость производства продукта составляет около 15 евро. Данный расчёт позволяет на базовом уровне определить сокращение себестоимости продукции в условиях массового производства после внедрения MES-SYSTEM в производственную среду предприятия. Цифры, связанные оплаты рабочей силы, для расчёта взяты условно-усреднённые, так как большинство предприятий не предоставляет в открытом доступе подобные данные.

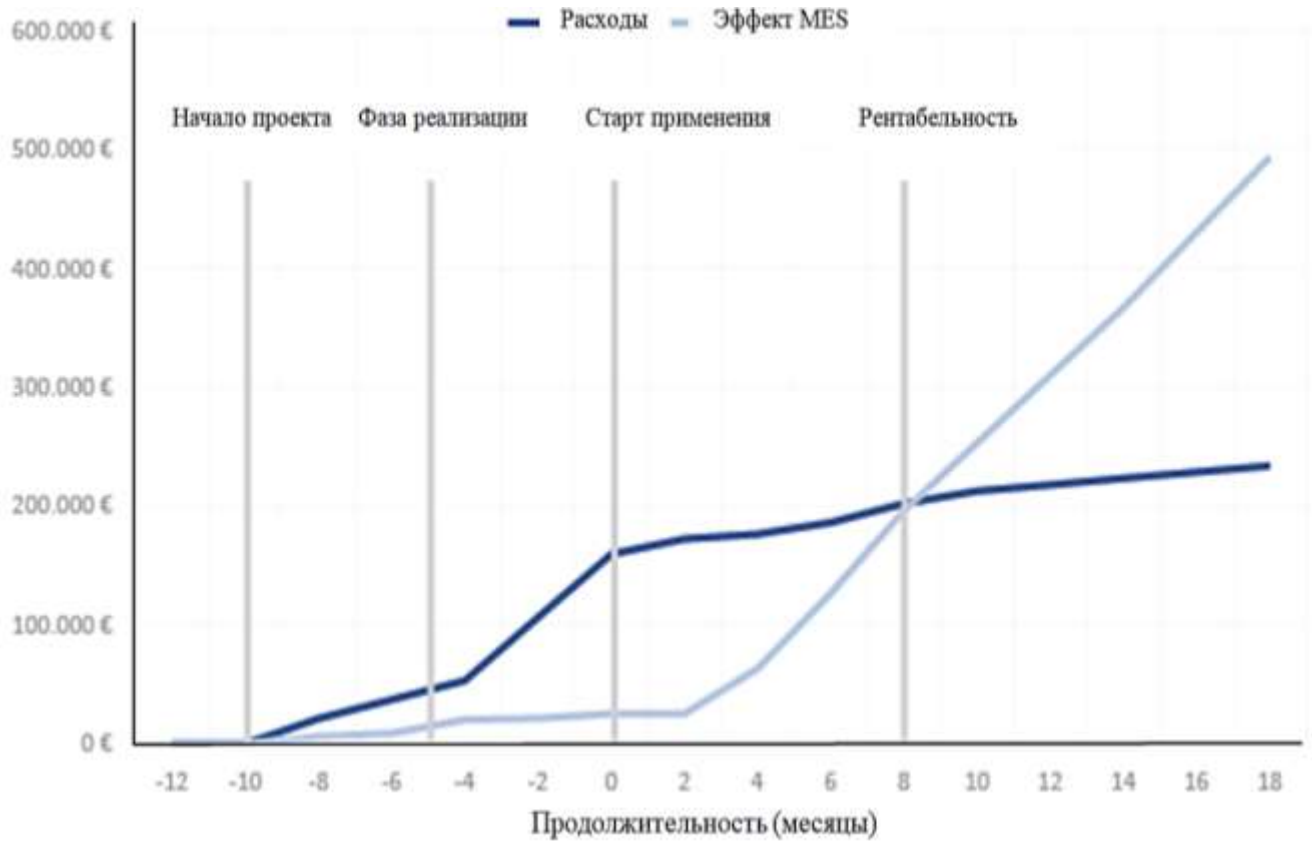


Рисунок 2 – График рентабельности инвестиций, внедренной в предприятие MES [2]

Наиболее востребованными отраслями по внедрению автоматизированной системы управления производством MES являются металлургическая и автомобильная промышленности. В данных отраслях средства управления MES играют решающую роль в координации сложных сборочных лент. Они отслеживают ход движения транспортных средств на сборочной линии, контролируют доступность компонентов и синхронизируют операции на различных производственных станциях. MES в сталелитейной и автомобильной отраслях часто ориентирована на обеспечение контроля качества, управление отзывами и соблюдение отраслевых стандартов, также система может контролировать и передавать на главный компьютер сведения об объёме выполненных работ сотрудника организации за конкретный период. Предприятия металлургической и автомобильной отрасли, на которых используются системы управления: завод «Урал»; японская компания «Mitsubishi Motors»; немецкий концерн «Volkswagen Group»; горно-металлургическая компания ПАО «Северсталь»; металлургический комбинат «НЛМК» и другие [4].

Подводя итоги, можно отметить следующее:

– Систему управления MES стоит внедрять в крупную компанию в условиях серийного или массового производства, интеграция в предприятие единичного или мелкосерийного производства экономически нецелесообразна.

– Чтобы внедрить данное программное обеспечение, следует произвести подробный внутриструктурный анализ предприятия, выявить готовность имеющегося оборудования и различных подсистем бесперебойно функционировать с интегрируемой MES.

– Управляющая система MES позволяет увеличить объёмы производства практически любого металлургического предприятия, снизив тем самым себестоимость выпускаемой продукции, за счёт консолидации процессов производства в единое программное обеспечение.

– С помощью данной системы можно отслеживать и контролировать качество и объёмы выполненных работ каждого сотрудника, вносить свои изменения и поправки внутри самой программы.

– Также программное обеспечение MES позволяет установить взаимосвязь между производственными и бизнес-процессами компании, что в конечном итоге приводит к повышению её финансовых результатов.

Библиографический список:

1. MES-Einführung: So lassen sich Kosten und ROI exakt ermitteln // SOFTWARE URL: https://www.wsw.de/lexikon/mes/ (дата обращения: 18.03.2025).
2. Manufacturing Execution Systems (MES) voor Metaalbewerking: Een Complete Gids // SOFTWARE URL: https://www.sheetmetalconnect.nl/ (дата обращения: 17.03.2025).
3. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4260-р Об утверждении Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. // SOFTWARE URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436470/ (дата обращения: 19.03.2025)
4. Минприроды подготовило стратегию развития минерально-сырьевой базы до 2050 года // SOFTWARE URL: https://www.consultant.ru/law/hotdocs/85781.html (дата обращения: 19.03.2025)
5. Демидов С.В. Оценка эффективности внедрения mes-системы в eolane tallinn as // эстонский университет предпринимательства «Майнор». – Таллинн: Управление бизнесом, 2023. - С. 21-23.

УДК 339.9

Международные валютные рынки и риски

Очилов А. В.
Научный руководитель – Каюков В. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. международные валютные рынки сегодня находятся в весьма специфических условиях. Они, прежде всего, определяются высокими рисками, которые связаны с изменениями в международных отношениях. Происходит пересмотр позиций, изменяется расстановка сил, что в свою очередь, оказывает соответствующее влияние на состояние валютных рынков. В этой связи большое значение имеет научная оценка происходящих изменений и анализ тех решений, которые предлагаются в экономических системах мировой экономики. Этот анализ позволит выяснить сложившееся положение и более полно разобраться в происходящих изменениях.

Ключевые слова: валютные курсы, рыночные риски, евро, доллар, рубль, мировая валютная система, региональная валютная система, кредитные организации.

Международный валютный рынок - это глобальная система, где происходит обмен валюты и определяются валютные курсы. Он играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая международные торговые операции и инвестиции.

Основные риски на валютных рынках включают:

1. Изменение курсов: валютные курсы подвержены колебаниям из-за экономических данных, политических событий и изменений в монетарной политике.

2. Кредитные риски: возможность невыполнения обязательств контрагентами, что может привести к финансовым потерям.

3. Политические риски: политическая нестабильность в странах может негативно повлиять на валютные курсы.

4. Рыночные риски: динамика спроса и предложения на валюту может приводить к неожиданным изменениям в стоимости.

Международные валютные отношения – это совокупность экономических отношений по поводу осуществления операций, совершаемых в валютах различных государств в экономической системе отдельных стран, регионов или на мировом рынке.

Международные валютные отношения со временем приобрели определённые формы организации в виде валютных систем: национальных, региональных и мировой.

Валютная система представляет собой форму организации валютных отношений на национальном, региональном или мировом уровнях и является частью экономической системы государства, группы государств одного региона или мировой экономической системы.

Национальную валютную систему можно определить, как форму организации валютных отношений в стране, закреплённую национальным законодательством и учитывающую межгосударственные соглашения. Национальная валютная система является составной частью денежной системы любого государства, но имеет ряд особенностей. Национальная валютная система выходит за рамки внутренних экономических отношений и взаимодействует с национальными валютными системами других государств, а, следовательно, зависит как от внутреннего состояния экономики страны, так и от внешнеэкономических факторов.

В XX в. появилась тенденция объединения денежных систем отдельных государств и создания валютных союзов. Так, Европейский экономический и валютный союз имеет в настоящее время не только единую денежно-кредитную политику, но и единую валюту на территории 16 европейских государств – евро.

В этом случае можно констатировать факт создания региональной валютной системы, которая включает в себя валютные отношения между группой государств, связанных взаимными соглашениями, и представляет собой совокупность национальных валютных систем, каждая из которых является составной частью региональной валютной системы.

Региональная валютная система является более устойчивой по сравнению с национальной, поскольку основана на едином межгосударственном валютном регулировании группы стран. Кроме того, внутри региональной валютной системы отсутствуют валютные ограничения.

Мировая валютная система – это форма организации международных валютных отношений, основанная на историческом развитии мировой экономической системы и закреплённая международными соглашениями. Мировая валютная система сложилась еще в XIX в. Ее стабильность зависит от соответствия принципов ее функционирования потребностям развития мирового хозяйства. При изменениях в мировой экономической системе мировая валютная система также должна претерпеть соответствующие поправки. Если этого не происходит и старые принципы организации мировой валютной системы тормозят развитие мирового хозяйства, то это приводит к её кризису и созданию новой мировой валютной системы. После Бреттон-Вудской. конференции в 1944г роль золота в международных расчётах была упразднена. Его место занял американский доллар, выполняющий функцию конвертируемой валюты. Значение и динамика курса доллара к рублю за 20 лет, в частности, представлена на графике (см.: Рис.1).

Как известно, мировая валютная система прошла четыре этапа своего формирования. Переходы от этапа к этапу были вызваны мировыми экономическими кризисами, сопровождаемыми нестабильностью военно-политической обстановки.

Мировая валютная система представляет собой совокупность взаимосвязанных национальных и региональных валютных систем.

Эта связь осуществляется через кредитные организации, проводящие национальную и региональную денежно-кредитную политику и участвующие одновременно в разработке и реализации международной валютной политики, организации межгосударственного валютного регулирования.

Валютная система, как форма организации валютных отношений, предполагает наличие субъектов и объектов этих отношений, инструментов и конечной цели управления, являющихся специфическими в зависимости от вида валютной системы и институциональных особенностей [2, с.105].

Рисунок 1 - График составлен по материалам [1, 3]

Валютные риски - это финансовые убытки по причине колебаний обменных курсов валют. Чаще всего с таким видом риска сталкиваются компании, которые ведут расчёты в различных валютах. Из-за резкого изменения курса компания может столкнуться с необходимостью изменить сумму платежа, чтобы компенсировать валютную разницу. Валютные риски грозят тем компаниям, которые ведут международную деятельность, а также инвесторам, которые вкладываются в зарубежные активы [3, с.12].

Виды валютных рисков. Основные валютные риски делятся на три вида: **Трансляционные риски** наступают в случае, когда компания с международным присутствием сталкивается с изменениями стоимости своих консолидированных финансовых отчётов, которые вызваны колебаниями валютных курсов. Это происходит, когда головной офис находится в одной стране, а филиалы — в других странах с разными валютами. Изменения обменного курса могут привести к тому, что активы и обязательства филиалов, которые выражены в местной валюте, будут иметь разную стоимость при переводе в валюту материнской компании.

Экономические валютные риски возникают в случае, если резкие изменения валютных курсов приводят к изменению экономического состояния в стране. Например, усиление российской валюты приводит к сокращению рублёвой выручки экспортёров, что потенциально угрожает стабильности фондового рынка.

Операционный валютный риск связан с изменением валютных курсов, из-за которых компания получит недостаточно денег. Этот риск актуален как для экспортёров, так и для импортёров различной продукции [4, с.1181].

Международные валютные рынки (Forex) - это глобальная децентрализованная система торговли валютами, где участники обменивают одну валюту на другую. Ежедневный оборот Forex превышает $6 трлн, что делает его крупнейшим финансовым рынком в мире. Однако высокая ликвидность и волатильность создают значительные риски для участников.

Заключение. Международные валютные рынки предоставляют возможности для инвестиций и торговли, но сопряжены с высокими рисками. Успешное управление этими рисками требует глубокого понимания рыночных механизмов, использования хеджирования и анализа макроэкономических факторов.

Библиографический список:

1. https://yandex.ru/images/touch/search?text = Материал по динамике евро и доллара США к рублю за период с 2000 по 2020 год (дата обращения: 22.04.2025).

2. Каюков, В. В. ., и Шихвердиев, А. П. . (2022). Институциональные основы синтеза рыночных и априорных подходов к промышленной политике. Экономика регионов, 18(1), 105–118. https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-1-8
3. Каюков, В. В. Роль экономики в жизни общества: проблемы и суждения / В. В. Каюков, Ю. Л. Мельчакова, С. А. Нор. — Текст : непосредственный // Проблемы и перспективы экономики и управления : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июнь 2013 г.). — Т. 0. — Санкт-Петербург : Реноме, 2013. — С. 12-16. — URL: https://moluch.ru/conf/econ/archive/77/3994/ (дата обращения: 09.04.2025).
4. Каюков В. В., Шихвердиев А. П. Институциональная характеристика экономической безопасности региона // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 4. — С. 1181-1193. doi. org/ 10.17059/2018-4-10

УДК 338.4:502.1

«Экономика замкнутого цикла» как способ трансформации общественных отношений по управлению обращением с отходами: текущее состояние, перспективы развития

Ермолов О. С., Деменкова А. Р., Свидукович Д. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В период стремительного перехода в постиндустриальную экономику, а также повсеместного внедрения механизмов и инструментов цифровой экономики, использования новых технологий, мы можем наблюдать впечатляющие достижения в различных областях, однако, парадоксальным образом, более актуальной становится тема, которую зачастую игнорируют – проблема накопления и возможности вторичного использования отходов.

Истощение природных ресурсов в связи с интенсивным производством (очень часто перепроизводством) приводит к масштабному накоплению отходов, что приводит к загрязнению окружающей среды, ставя под угрозу не только благополучие будущих поколений, но и само существование цивилизации в том виде, в котором мы её знаем. Традиционная сложившаяся модель потребительского поведения: «добыть, произвести, использовать, выбросить» (в том числе при неправильном планировании возможна ситуация: «добыть, перепроизвести, не использовать и выбросить»), продемонстрировала свою несостоятельность, в связи с чем, существует необходимость кардинального пересмотра подходов к управлению ресурсами и отходами. Необходимы срочные меры по разработке эффективных программ по их утилизации, минимизации и вовлечения в производственный цикл. Кроме того, необходимо проводить постепенную и коренную трансформацию общественного сознания по указанной проблематике. В связи с этим, можно с уверенностью отметить, что инструменты «экономики замкнутого цикла» является тем самым перспективным способом изменения и регулирования общественных отношений в сфере управления обращением с отходами, который позволяет нам позиционировать отходы не как бремя, от которого невозможно избавиться, а как ценный ресурс, который может способствовать повышению эффективности экономического цикла.

Сегодня экономика замкнутого цикла рассматривается как важная стратегия для достижения устойчивого развития, снижения нагрузки на природные ресурсы и борьбы с изменением климата. В таблице 1 представлен сценарий, отражающий последствия текущей модели производства и потребления на ближайшую перспективу [1].

Представленный анализ показывает, что существующая модель общественного сознания и обращения с отходами ведет к необратимым серьезным последствиям, связанных с истощением природных ресурсов, потерей биоразнообразия, ухудшению качества жизни и изменению климата.

С целью проведения комплексного исследования применения принципов экономики замкнутого цикла в Российской Федерации был проведен SWOT-анализ (таблица 2). Оценены возможности, сильные и слабые стороны, а также угрозы. Данный метод анализа помогает определить направления развития, выявить преимущества и недостатки в использовании модели, а также определит возможные перспективы.

Таблица 1 - Сценарий развития общественных отношений по обращению с отходами производства при непринятии экономики замкнутого цикла

Период прогноза		
Настоящее время	Перспектива развития через 10 -20 лет	Прогноз после 2045 года
– текущие темпы добычи и обработки ресурсов являются причиной потери биоразнообразия и истощения природных ресурсов; – огромное количество продуктов питания не используется населением и в итоге попадает не к потребителю, а на мусорные полигоны; – ввиду низкого качества (одежды, обуви, электроники и т.п.) происходит их быстрый оборот в использовании, что также увеличивает количество мусорных полигонов.	– неразвитость инфраструктуры по обращению с отходами (пункты сбора, заводы по переработке и т.п.); – ускорение темпов использования вторичных ресурсов; – снижение числа сельских местностей, рост численности городов; – накопление отходов на полигонах ведет к большим экологическим проблемам; – потеря экосистем, биоразнообразия, постепенный дисбаланс в экологии.	– дефицит ресурсов; – изменение климата; – уровень загрязнения окружающей среды оказывает влияние на здоровье человека; – повышение социальной напряженности.

Кроме того, необходимо проанализировать макроэкономические факторы (PEST-анализ: политические, экономические, социальные и технологические), чтобы оценить возможность адаптации экономики замкнутого цикла в Российской Федерации в имеющихся в настоящее время условиях (таблица 3).

Проведем анализ на основании укрупненных данных сбора информации по форме федерального статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления» (таблицы 4,5,6) [2]. В первую очередь, оценим в каких регионах Российской Федерации (в выборку попадает 10 регионов от общего числа) происходит максимальное образование отходов (таблица 4). Безусловным лидером по образованию отходов в Российской Федерации являются Москва и Московская область. За период с 2021 по 2023 год на их долю приходится около 20% от общего числа отходов по Российской Федерации. По остальным регионам, указанным в таблице 4, такой объем образования прямо пропорционален количеству населения этих регионов, так как в них проживает большее количество населения по отношению к другим регионам страны.

Особое внимание следует обратить на показатель «утилизация отходов», который в свою очередь показывает, какая масса отходов была вовлечена в процесс повторного возврата в производственный цикл, в том числе как источник энергии, а также «обезвреживание отходов» (таблица 6), что в совокупности показывает общий объем уменьшения отходов и снижения объема накопления. В таблицу 5 включены регионы, которые показывают на протяжении трех последних лет положительную динамику по общему проценту утилизации отходов от общей массы отходов на начало года и образованной за исследуемый год в регионе. Успешную динамику по утилизации отходов показывают регионы: Мурманская область, Ставропольский край, Московская область, Карачаево – Черкесская республика, Псковская область. В таких регионах как Республика Адыгея, Республика Ингушетия, Новосибирская область, Удмуртская республика, Пермский край наблюдается постепенный рост исследуемого показателя до 5-6% к 2023 году. В Алтайском крае, Еврейской автономной области, Кировской области, Республике (Саха) Якутия, Белгородской области, Республике Алтай, Республике Бурятия, Республике Дагестан, Томской области и Чеченской республике утилизация отходов по данным статистической отчетности не проводилась.

Таблица 2 - SWOT - анализ применения принципов экономики замкнутого цикла

S - Сильные стороны	**T - Угрозы**
– Растущий интерес (у некоторой доли населения) к экологической тематике и экологическому поведению; – Наличие отдельных программ и инициатив, направленных на развитие переработки отходов, энергоэффективности и экологической ответственности.	– Экономическая нестабильность; – Низкие цены на первичное сырье; – Продолжение эпохи экономических санкций; – Отсутствие заинтересованности со стороны инвесторов, предпринимателей.
W - Слабые стороны	**O - Возможности**
– Нормативно - правовая база находится на начальном этапе зарождения; – Технологическое отставание и неподготовленность производства в качестве применения нового вида сырья (вторичное сырьё, отход производства); – Низкая культура раздельного сбора отходов у населения; – Недостаток инвестиций, финансирования, налоговых преференций; – Высокая доля захоронения отходов; – Ограниченный спрос на вторичное сырье ввиду низкой вовлеченности в производственных цикл; – Недоверие населения к системе переработки отходов; – Отсутствие просветительских проектов для населения по популяризации сортировки отходов потребления; – Малое количество образовательных программ, направленных на подготовку руководителей и специалистов в области экономики замкнутого цикла.	– На основе высокого научного потенциала существует возможность внедрения лучших мировых практик; – Развитие рынка вторичного сырья, появление новых бизнес - идей; – Развитие инфраструктуры по сбору и дальнейшей переработки отходов; – расширение мер ответственности производителя перед государством и обществом; – Развитие механизмов государственной политики в направлении поддержки и стимулирования организаций - приверженцев «экономики замкнутого цикла»; – Развитие инновационных технологий в сфере переработки отходов и снижению отходов производства.

Таблица 3 - PEST - анализ применения принципов экономики замкнутого цикла

Фактор	Положительные аспекты	Отрицательные аспекты
P- политические	✓ Развитие национальных экологических проектов; ✓ Разработка экологического законодательства	✓ Слабое развитие расширенной ответственности производителей; ✓ Коррупционные риски в сфере обращения с отходами; ✓ Поддержка интересов традиционных для экономики производств (добывающие и нефтегазоперерабатывающие)
E-экономические	✓ Потенциал для экономического роста и создания новых бизнес-моделей; ✓ Сокращение затрат за счет повторного использования ресурсов; ✓ Доступность и наличие в достаточном количестве сырья (отходов) для переработки)	✓ Малое количество инвесторов, готовых вкладывать ресурсы в отрасль вторичной переработки; ✓ Недостаток инвестиций в инфраструктуру и инновации; ✓ Экономическая нестабильность (в том числе цены на вторичное сырьё); ✓ Необходимость крупных капиталовложений для перестройки имеющихся технологических циклов
S-социальные	✓ Создание новых рабочих мест и появление новых специальностей; ✓ Поддержка экологически чистых продуктов; ✓ Развитие волонтерских инициатив	✓ Низкая культура сортировки отходов; ✓ Недоверие к системе переработки; ✓ Социальное неравенство в вопросах экологического поведении; ✓ Низкая экологическая осознанность, образованность населения и стремление к образованию
T-технологические	✓ Развитие новых технологий для переработки отходов и создания бизнес-моделей; ✓ Автоматизация и цифровизация процессов	✓ Недостаток исследований и разработок в сфере экономики замкнутого цикла; ✓ Медленное внедрение инноваций; ✓ Ограничен доступ к некоторым иностранным технологиям

Таблица 4 – Образование отходов по регионам России с 2021 по 2023 годы

№ п/п	Субъект РФ	Образование отходов за отчетный год, тонн			Доля образования отходов в общей массе по РФ,%		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
1	Москва	5 193 499,57	3 739 631,60	3 784 596,80	10,28	7,74	7,59
2	Республика Татарстан	1 544 975,73	1 295 818,25	1 466 500,83	3,06	2,68	2,94
3	Краснодарский край	1 828 606,90	1 898 272,43	2 405 219,54	3,62	3,93	4,82
4	Ленинградская область	2 007 401,95	1 824 463,28	2 210 778,52	3,97	3,78	4,43
5	Самарская область	1 295 811,32	1 160 981,69	1 141 193,64	2,57	2,40	2,29
6	Московская область	5 304 453,29	5 384 278,81	5 132 198,80	10,50	11,15	10,29
7	Республика Башкортостан	1 121 972,32	1 146 572,76	1 038 009,02	2,22	2,37	2,08
8	Ростовская область	1 533 546,15	1 468 151,27	1 332 366,13	3,04	3,04	2,67
9	Санкт-Петербург	336 300,82	1 568 186,06	1 722 191,70	0,67	3,25	3,45
10	Свердловская область	1 459 524,27	1 472 699,73	1 438 596,34	2,89	3,05	2,88

Таблица 5 – Утилизация отходов по регионам с 2021 по 2023 годы

№ п/п	Субъект РФ	Направлено на утилизацию, тонн			Доля утилизации от общей массы образования и накоплений на начало года по региону, %		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
1	Новгородская область	10,00	32 517,50	22 350,50	0,00%	12,14%	14,09%
2	Псковская область	275,00	16 630,80	18 138,70	0,11%	7,56%	12,39%
3	Кемеровская область	2 461,82	191 153,08	180 011,99	0,33%	23,48%	19,45%
4	Кабардино-Балкарская республика	9 833,43	14 075,11	14 919,90	3,42%	4,62%	5,12%
5	Хабаровский край	18 105,37	24 552,11	29 336,90	4,15%	5,84%	6,26%
6	Липецкая область	16 391,09	12 153,62	9 875,64	4,76%	3,66%	2,83%
7	Нижегородская область	50 970,21	49 306,34	37 253,64	5,10%	5,02%	3,64%
8	Карачаево-Черкесская республика	9 069,34	20 774,65	21 571,01	5,52%	15,26%	15,03%
9	Тульская область	48 248,34	25 374,81	81 093,21	6,76%	4,02%	15,39%
10	Костромская область	14 297,85	14 714,45	15 011,44	7,43%	7,94%	7,69%
11	Республика Татарстан	130 416,38	80 688,06	121 505,51	8,44%	6,22%	8,29%
12	Красноярский край	80 861,14	18 021,31	35 955,94	9,21%	2,22%	3,94%
13	Москва	870 019,64	235 222,14	230 684,57	16,29%	6,29%	6,10%
14	Московская область	1 080 864,90	1 791 384,98	1 782 062,18	20,11%	33,26%	34,72%
15	Ставропольский край	156 751,33	139 290,02	143 967,10	24,11%	17,52%	16,18%
16	Мурманская область	65 178,47	32 875,34	14 422,04	25,88%	15,36%	6,31%
17	Санкт-Петербург	116 218,39	12 454,47	62 725,13	34,56%	0,79%	3,64%

Таблица 6 - Обезвреживание отходов по регионам с 2021 по 2023 годы

№ п/п	Субъект РФ	Направлено на обезвреживание, тонн			Доля обезвреживания от общей массы образования и накоплений на начало года по региону, %		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
1	Камчатский край	0,00	137,37	21 942,37	0,00%	0,12%	18,48%
2	Белгородская область	26,02	91 770,53	112 487,40	0,00%	23,06%	25,98%
3	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	236,30	223,50	209,20	0,05%	0,05%	0,05%
4	Иркутская область	2 030,86	404,24	1 077,40	0,30%	0,05%	0,15%
5	Челябинская область	10 781,80	7 647,21	51 806,00	0,92%	0,95%	5,15%
6	Брянская область	4 476,10	11 004,44	1 000,00	1,12%	3,07%	0,29%
7	Ямало-Ненецкий автономный округ	4 751,58	4 691,06	3 463,13	2,34%	2,02%	1,47%
8	Астраханская область	18 550,96	21 456,00	23 184,00	3,71%	4,21%	5,10%
9	Ненецкий автономный округ	1 678,01	1 763,88	848,29	4,36%	3,64%	1,98%
10	Хабаровский край	27 192,13	22 856,80	13 705,68	6,23%	5,44%	2,92%
11	Чукотский автономный округ	4 748,90	6 463,50	5 210,00	9,79%	17,00%	11,75%
12	Московская область	581 233,27	606 097,31	568 090,38	10,81%	11,25%	11,07%
13	Москва	647 265,27	355 511,61	468 927,43	12,12%	9,51%	12,39%

Анализ данных (таблица 6) показывает, что на долю Москвы и Московской области также приходится большая доля обезвреживания отходов. Стоит также отметить, что практически 80 % регионов страны вообще не занимаются обезвреживанием отходов. Стоит отметить (по данным анализа таблицы 5 и 6), что Московская область утилизируют и обезвреживанию практически 50 % от образовавшихся отходов. Стоит изучить этот опыт и распространить на другие регионы. Также акцентируем внимание на Белгородской области, если показатель утилизации составляет 0 %, то на долю обезвреживания отходов приходится 25 %, что тоже может служить положительным примером борьбы с обычным накоплением отходом и оправкой их на полигоны.

Проанализировав актуальное состояние обращения с отходами и степень развития экономики замкнутого цикла в России можно предложить перечень мероприятий по трансформации общественных отношений в данной области:

1. Анализ региональных политик обращения с отходами и распространение лучших их них на другие регионы;
2. Создание сайта и мобильного приложения для отслеживания процесса переработки отходов;
3. Снижение НДС на товары, производимые из вторичного сырья;
4. Идентификация предприятий, использующих принципы экономики замкнутого цикла для проведения «зеленых» закупок.
5. Ввод обязательных программ для экологического просвещения населения, а также экологическое воспитание с раннего возраста.

Остановимся на некоторых мероприятиях более подробно. Недостаточно разработать передовые технологии переработки или принять строгие экологические законы, если фундамент – осознанное и ответственное общество – остается слабым. Именно поэтому, стремясь оценить готовность общества к переходу на принципы экономики замкнутого цикла, был проведен опрос (рисунок 1). Целью опроса являлось определить, как население оценивает свои знания в области экологии, а также насколько они поддерживают внедрение экологических образовательных программ.

Рисунок 4 – Результаты опроса населения по уровню экологического образования

Было выявлено, что люди нуждаются в большем экологическом просвещении. Многие оценивают свои знания в этой области как средние или низкие, при этом большинство поддерживает введение обязательного экологического образования, особенно начиная с дошкольного и школьного возраста. Это говорит о готовности общества к экологическим инициативам и формированию экологической культуры с ранних лет. В целом, результаты опроса говорят о высоком уровне поддержки экологического просвещения и готовности населения к участию в экологических инициативах, что создает благоприятные условия для внедрения обязательных программ и повышения экологической культуры в стране. Но не стоит забывать и о необходимости воспитания и культивирования навыков «экологического» поведения людей с ранних лет. Так на этапе детского сада до окончания средней школы существует возможность пойти от простых тем (знакомство с природой и ресурсами, уход за растениями и животными, бережное отношение к своему дому, экосистемы) перейти к более серьезным компонентам (глобальные экологические проблемы, загрязнение окружающей среды, возможности раздельного сбора и утилизации отходов). Для более взрослого населения будет удобна система социальных роликов, реклам, а также использование приема продакт - плейсмент, который ненавязчиво поможет укрепить необходимые знания, в том числе и приёмы поведения. Благодаря комплексным мерам и широкому охвату населению будет планомерно воспитываться «экологическое» поведение.

Во -вторых, возможно рассмотреть внедрение приложения, которое будет консолидировать информацию по процессу переработки. В интерактивном формате после регистрации в личном кабинете каждый пользователь сможет получать необходимую информацию о количестве лично сданных отходов с момента сдачи на пункте приема (как в физическом, так и в автоматизированном) до процесса их переработки, возможно в дальнейшем даже и то, что из них получилось. Такой игровой формат деятельности может способствовать повышению доверия населения к процессу сбора и утилизации отходов (ввиду его прозрачности). кроме того можно будет рассмотреть систему накопления бонусов и дальнейшего их применения в повседневной жизни. Эффективность данной системы подтверждается Канадской компанией PlasticBank, цель деятельности которой –это использование вторичной переработки для сокращения пластика. Согласно данным, размещенным на официальном сайте компании, каждому килограмму собранных пластиковых отходов присваивается уникальный цифровой идентификатор, который отслеживается на платформе блокчейн, что позволяет Plastic Bank и его партнерам контролировать движение каждого куска пластика через экосистему переработки [3]. Во многих странах мира происходит стимулирование переработки пластика через налоговые инструменты. Первым инструментом может стать, включение товаров из вторичного сырья в перечень товаров с пониженной ставкой НДС (10%). В качестве дополнительного мероприятия можно рассмотреть введение налога на неперерабатываемый и небиоразлагаемый пластик в целях интенсификации перевооружения и постепенного изменения технологических процессов. На данный момент, это мероприятие можно лишь анонсировать, так как существует необходимость экономической адаптации предприятий, разработки альтернативных материалов и технологий и создания соответствующей нормативной базы.

Следующим мероприятием можно считать создание реестра компаний, использующих принципы экономики замкнутого цикла, представляющего собой публично доступную базу данных. Такой реестр будет способствовать упрощению поиска поставщиков для государственных закупок, а также позволит отслеживать развитие отрасли и стимулировать организации в вовлечение в экономику замкнутого цикла. Среди критериев включения в реестр таких организаций можно выделить: использование вторичного сырья в производстве, наличие систем сбора и переработки отходов, внедрение принципов экодизайна, минимизация отходов производства. Для идентификации таких компаний можно ввести дополнительный код в качестве отличительной особенности. К примеру, в ОГРН (ОГРНИП) ввести дополнительно 14 и 16 знаки соответственно, которые будут показывать, какое приоритетное направление в сфере экономики замкнутого цикла у организации. «1» можно установить для переработки отходов; «2» - для использования вторичного сырья, «3» - минимизация отходов производства; «4» - экодизайн продукции и тому подобное. В качестве законодательной инициативы можно рассмотреть внесение изменений в Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в

сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», который обяжет заказчиков у организаций, входящих в указанный реестр, в объёме не менее 10 % совокупного годового объема закупок (при наличии имеющегося товара, работы или услуги).

В заключение, следует подчеркнуть, что в ходе проведенного исследования были достигнуты значимые результаты в направлении трансформации общественных отношений в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Российской Федерации. Реализованы поставленные задачи: обобщены и систематизированы данные о накоплении, утилизации, обезвреживанию ТКО в регионах, что позволило сформировать целостное представление о текущем состоянии системы управления отходами. Проведен PEST и SWOT анализы экономики замкнутого цикла, которые выявили ключевые факторы, влияющие на ее эволюционное развитие, а также позволили определить перспективные направления для дальнейших исследований и практических действий. На основе анализа международного опыта выделены лучшие практики, адаптированные к российским условиям, для успешного внедрения экономики замкнутого цикла. Кроме того, были обозначены новые перспективы, которые могут способствовать трансформации общественных отношений в сфере экономики замкнутого цикла, а также обращению с отходами.

Библиографический список:

1. Экономика замкнутого цикла. Обзор международных подходов [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/5fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf (дата обращения: 10.04.2025)
2. Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за 2021,2022,2023 годы [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования URL: https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/ (дата обращения: 10.04.2025).
3. Абрамов, Е. К. Переход к экономике замкнутого цикла: внедрение блокчейн-технологий в России / Е. К. Абрамов // Сборник тезисов по итогам работы студенческой научной конференции «Экономика замкнутого цикла. Молодежный взгляд». – Москва : ДПК Пресс, 2024. – С. 6-8. – ISBN 978-5-91976-283-6.

УДК 622.279:658

Современные подходы к управлению проектами в области разработки месторождений на примере ПАО «Газпром»

Ильин Д. М.
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, г. Ухта, Россия

Нефтегазовая отрасль является одной из ключевых экономических составляющих бюджета Российской Федерации. В современном мире любое крупное нефтегазовое предприятие является проектно-ориентированным, поскольку занимается не только операционными вопросами, но и активно участвует в проектной деятельности, используя технологии проектного управления. Современные подходы к управлению проектами позволяют не только оптимизировать затраты, но и учесть возможные риски, а также различные неопределенности в проектах, скорректировать затраченные ресурсы на достижение целей и сократить время на реализацию крупных проектов.

На рисунке 1 представлен график добычи газа в России за последние 10 лет. Синим цветом выделена добыча газа Группой Газпром, красным другими компаниями. По графику видно, что более 60 % добываемого газа приходится на Группу Газпром. Стабильный рост добычи на территории России шел с 2015 по 2019 гг., затем в 2020 г. произошло падение добычи газа на 45 млрд $м^3$ из-за пандемии COVID-19, когда потребление нефти и газа в мире было снижено. Добыча стремительно восстановилась, и газовая отрасль России в 2021 г. показала максимум в добыче природного газа. На фоне уменьшения поставок газа в 2022 г. и

последующий 2023 г. в недружественные страны были получены более низкие цифры по добыче. В 2024 г. был получен рост в добыче газа на целых 50 млрд м^3 в год. Этому помогло практически каждодневное превышение суточных объемов поставок газа в Китай, а также ввод в эксплуатацию Ковыктинского месторождения в декабре 2022 г. и в то же время ввод турбокомпрессорных агрегатов на Чаяндинском месторождении, как раз таки «идущих» по нитке «Силы Сибири».

По словам экспертов ВЭБ, потребление газа населением к 2035 г. вырастет за счёт газификации на 44 – 47 %, так же, как и добычи природного газа, примерно на такие же цифры. Этим целям должно помочь развитие газовой отрасли на территории Российской Федерации и получение новых центров добычи на Востоке страны.

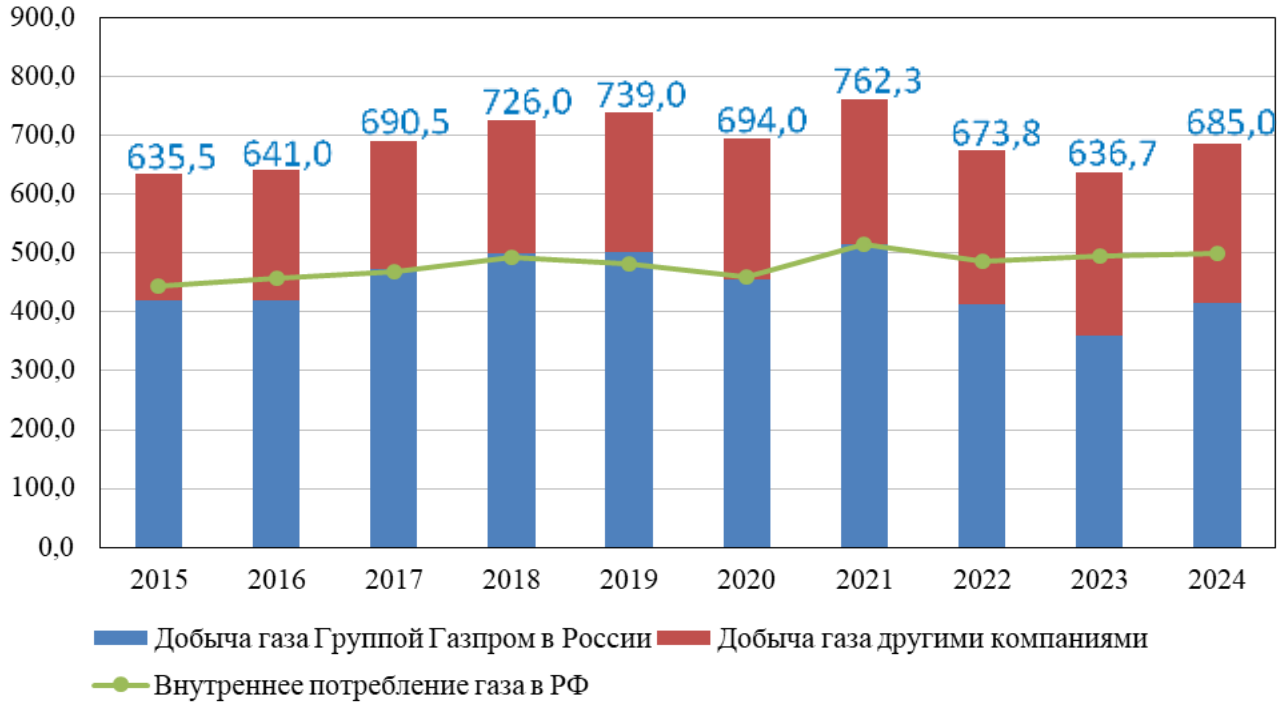


Рисунок 1 – Динамика добычи и потребления газа в России

Большой потенциал имеют Красноярские, Якутские, Иркутские и уже всем известные морские месторождения полуострова Сахалин. Стоит отметить, что месторождения Иркутска и Красноярска несут пользу не только для «усиления» мощности газопровода «Сила Сибири», но также и для повышения уровня социальной газификации по приказу Президента Российской Федерации от 2021 г. На данный момент уровень газификации Иркутской области и Красноярского Края составляет 2 и 19 % соответственно при средней газификации России – 73 %.

В паспорте программы инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 г. [1] была представлена схема (рисунок 2), в которой отображается перечень технологических приоритетов и их экономическая эффективность, выраженная в чистом дисконтированном доходе.

В ходе составления паспорта инновационного развития были определены девять основных технологических приоритетов, которые могут принести положительный экономический эффект для предприятия. Основными приоритетами являются транспорт и освоение новых месторождений.

Рассматривая тематику добычи газа стоит отметить, что проекты в этой сфере в основой части создаются как для новых месторождений, так и для действующих месторождений, такое направление также отмечено в технологических приоритетах.

Зарождение проектов в любой области происходит от стратегической цели и задач компании, газовая отрасль не исключение. Стратегической целью Группы Газпром в газовом бизнесе является сохранение статуса лидера среди глобальных нефтегазовых компаний путем диверсификации рынков сбыта и форм поставки природного газа и продуктов его переработки, обеспечения надежности газоснабжения потребителей, повышения эффективности и масштаба деятельности, развития научного, технико-технологического и кадрового потенциала [2].

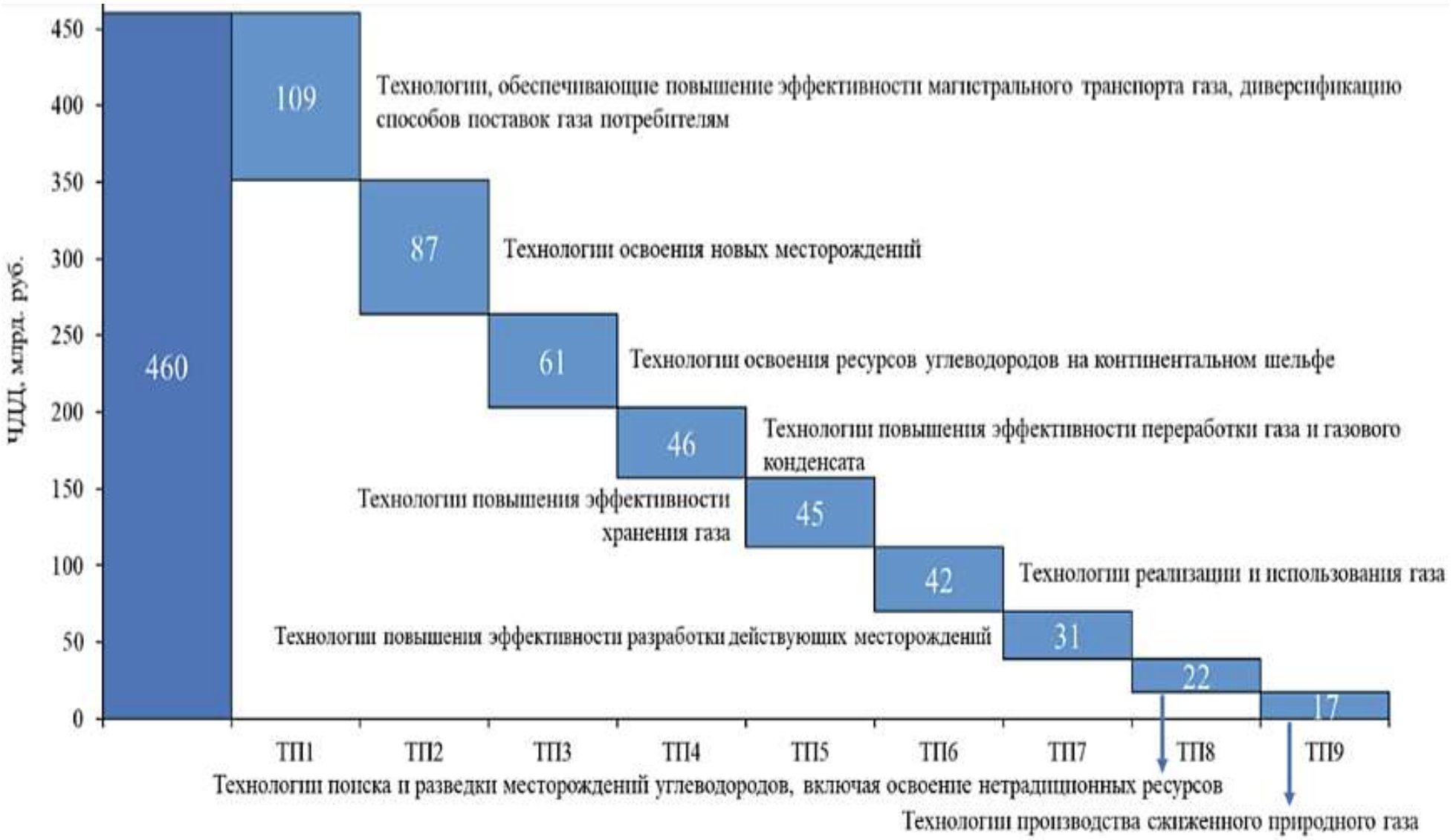


Рисунок 2 – Перечень технологических приоритетов и их эффективность

Стратегические задачи и приоритетные направления публикуются в годовом отчете ПАО «Газпром» [2] ежегодно, и они имеют фундаментальное значение в области управления проектами. На рисунке 3 представлены основные задачи газового бизнеса Группы Газпром для всех его подвидов, из них актуальными задачами добычи и разработки являются:

1. Обеспечение эффективности газового бизнеса;
2. Раскрытие потенциала действующих месторождений и формирование новых центров газодобычи;
3. Обеспечение надежности поставок газа потребителям;
4. Инновационное развитие с целью постоянного повышения уровня технологического и организационного развития газового бизнеса, включая реализацию политики импортозамещения.

Рисунок 3 – Стратегические задачи ПАО «Газпром»

Приоритеты и их направления на среднесрочную перспективу, которые сформировались из стратегических задач, демонстрируются на рисунке 4.

Управление проектами в газовом бизнесе строится на тех же тезисах, что и управление любыми другими проектами. Ключевое отличие проектов в нефтегазовом бизнесе в том, что эти проекты имеют долгосрочный характер, стратегическое значение для государства, требуют очень крупное финансирование и поэтому имеют большую ответственность за качество планирования и долгую окупаемость. Цена ошибки в этих проектах имеет колоссальное значение.

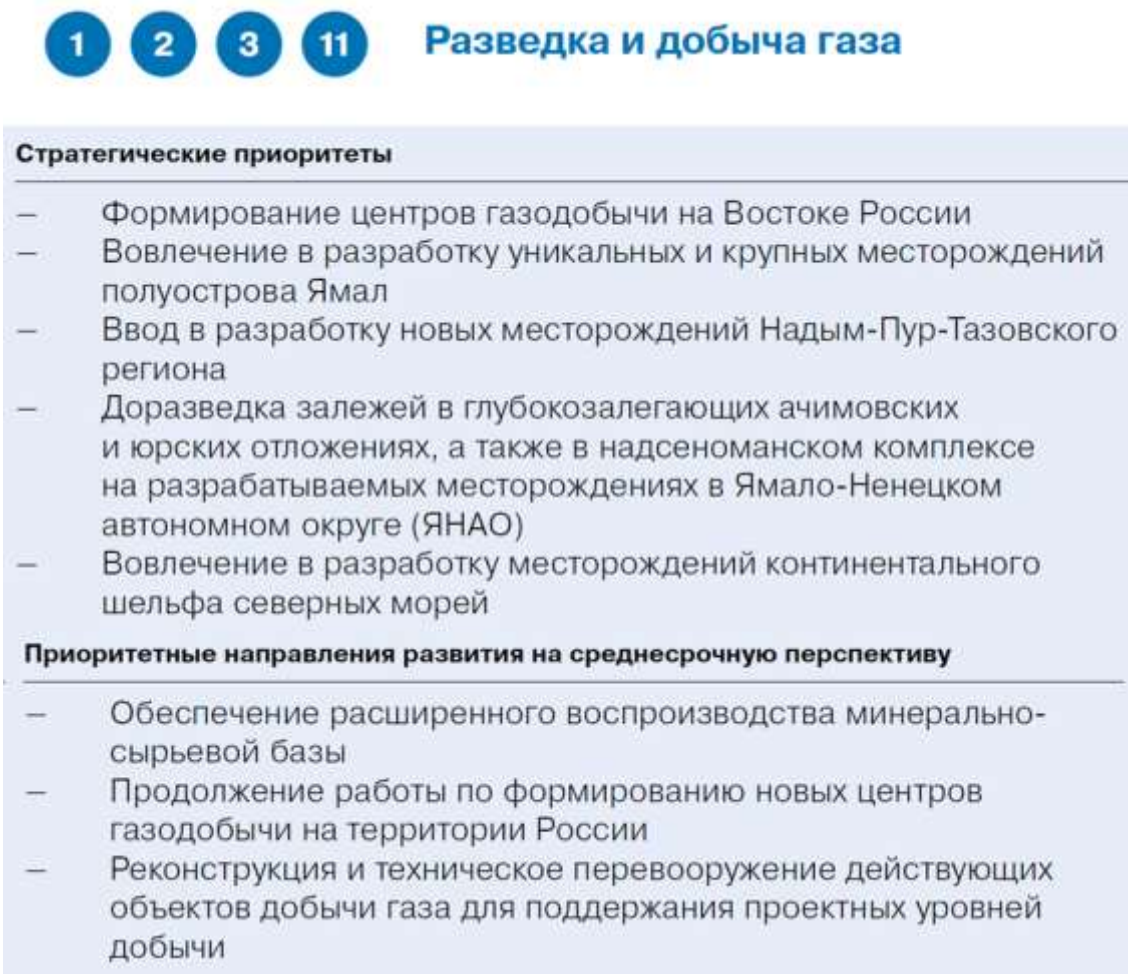


Рисунок 4 – Стратегия по развитию разведки и добычи газа ПАО «Газпром»

Для эффективного проектного управления необходимо оценить риски, которые будут присущи отрасли и относятся непосредственно к самой деятельности предприятия. Корпоративная система такого крупного предприятия, как Газпром, должна точно учитывать возможные риски и эффективно им противостоять. Для таких целей постоянно функционирует и совершенствуется организационная структура – Система управления рисками и внутреннего контроля (СУРиВК). Эта система позволила эффективно реагировать на факторы неопределенности и сопутствующими с ними рисками.

Риски разбиты по группам, для каждого риска подготовлено описание и рассмотрены возможности управления/влияния на риск. Эти риски носят глобальный характер на уровне компании.

Реализация проекта по разработке месторождений начинается в проектном институте, который готовит полноценный проект на долгосрочную перспективу, в котором отображаются все технологические, экономические, экологические и логистические показатели, а также учитывают конкретные риски и неопределенности, связанные с разработкой месторождений. Для ПАО «Газпром» проектным органом является Научно-исследовательский институт «Газпром ВНИИГАЗ».

Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации в 2013 г. была принята новая классификация запасов УВС [3], принципиальным свойством которой является то, что она основана на проектном управлении. Проектный принцип управления запасами представлен на рисунке 5.

Документы, которые создаются согласно представленной схеме:

ППЭ – план пробной эксплуатации;

ТСР – технологическая схема разработки;

ТПР – технологический проектный документ.

Рисунок 5 – Этапы геологического изучения и ввода месторождений в разработку

Эти документы следуют принципам проектного менеджмента, имеют сроки действия относительно начала работки месторождений (для каждого вида месторождений индивидуальные), требуют учитывать риски при разработке месторождений, экономические, экологические и технологические показатели.

Примерами эффективного проектного управления ПАО «Газпром» являются мегапроект по разработке ямальской группы месторождений (рисунок 6), а также проекты по разработке месторождений на Востоке России.

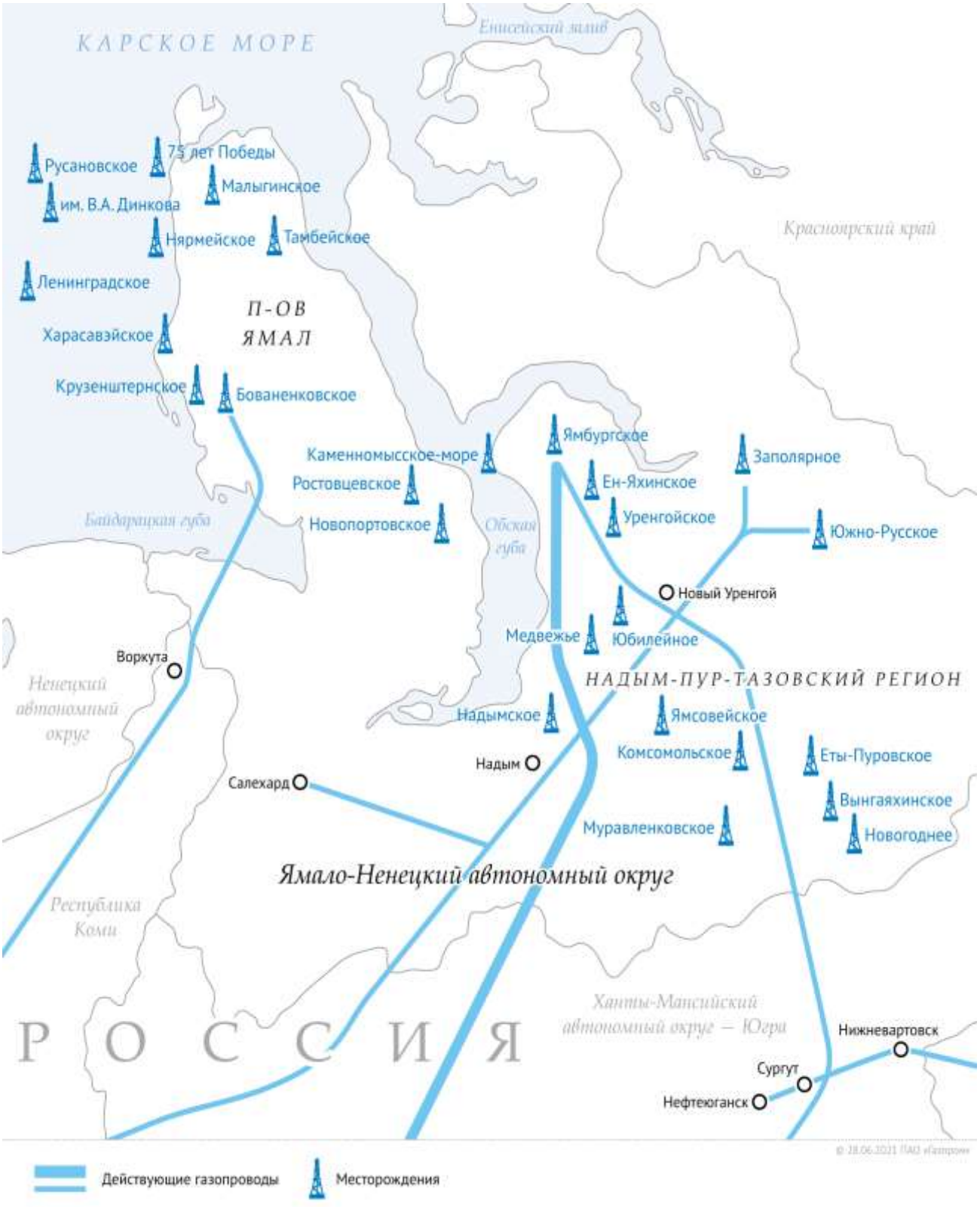


Рисунок 6 – Группа месторождений полуострова Ямал [4]

В представленной таблице 1 отображены четыре месторождения, все месторождения по размеру запасов являются уникальными. Бованенковское и Харасавэйское месторождения относятся к ямальской группе, Чаяндинское и Ковыктинское – к Востока России. В таблице представлены показатели, по которым можно понять, что проекты имеют для России стратегическое значение и обеспечивают сырьевой суверенитет страны на век вперед.

Таблица 1 – Примеры проектов по разработке месторождений ПАО «Газпром» [4]

Показатель	**Бованенковское месторождение**	**Харасавэйское месторождение**	**Чаяндинское месторождение**	**Ковыктинское месторождение**
Запасы газа	4,9 трлн $м^3$	2 трлн $м^3$	1,2 трлн $м^3$	1,8 трлн $м^3$
Проектный уровень добычи	115 млрд $м^3$	32 млрд $м^3$	25 млрд $м^3$	27 млрд $м^3$
Дата открытия	1971 г.	1974 г.	1983 г.	1987 г.
Начало освоения	1990 г./2008 г.	2019 г.	2015 г.	2011 г.
Сроки разработки	2012-2128 гг.	2024-2131 гг.	2019 г.*	2022 г.*
Оператор разработки	ООО «Газпром добыча Надым»	ООО «Газпром добыча Надым»	ООО «Газпром добыча Ноябрьск»	ООО «Газпром добыча Иркутск»

* Сроки окончания разработки являются конфиденциальной информацией.

Достижение таких результатов — это большая работа, ведь для разработки месторождений требуется не только подготовить проект на бурение и обустройство скважин, но и предусмотреть транспорт добываемой продукции, предусмотреть и учесть инфраструктурные особенности труднодоступных регионов, разрабатывать, модернизировать и применять передовые мировые технологии, а также использовать по максимуму человеческий потенциал работников предприятия. Весь этот процесс учитывается в современном управлении проектами разработки месторождений.

Библиографический список:

1. Паспорт Программы инновационного развития ПАО «Газпром» до 2025 года // ПАО «Газпром» URL: https://www.gazprom.ru/f/posts/97/653302/prir-passport-2018-2025.pdf (дата обращения: 18.03.2025).
2. Годовой отчет ПАО «Газпром» за 2023 год // ПАО «Газпром» URL: https://www.gazprom.ru/investors/disclosure/reports/2023/ (дата обращения: 18.03.2025).
3. Приказ от 1 ноября 2013 года N 477 «Об утверждении Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов». Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
4. ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.gazprom.ru/ (дата обращения: 18.03.2025).

УДК 621.1:665.6

Эффективность энергосбережения в магистральном транспорте газа в ПАО «Газпром»

Телюк А. В., Охапкина Д. М.
Научный руководитель – Павловская А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу эффективности энергоснабжения в магистральном транспорте газа в ПАО «Газпром» на примере его подразделения ООО «Газпром трансгаз Ухта». Рассмотрены ключевые аспекты энергопотребления, включая модернизацию газоперекачивающих агрегатов, оптимизацию режимов работы оборудования и внедрение энергосберегающих технологий. Особое внимание уделено снижению энергоемкости транспортировки газа, уменьшению потерь природного газа и сокращению выбросов парниковых газов. На основе анализа данных за период с 2018 по 2023 годы предложены обобщающие показатели энергетической эффективности, такие как энергоотдача, энергоемкость и энергорентабельность. Результаты исследования демонстрируют значительное снижение затрат на энергоресурсы и повышение экономической эффективности, что подтверждает успешность реализованных мер.

Ключевые слова: энергоснабжение, магистральный транспорт газа, ПАО «Газпром», энергоэффективность.

Эффективность энергоснабжения является ключевым фактором в деятельности ПАО «Газпром», определяющим конкурентоспособность компании и экологическую безопасность производства. Особое внимание уделяется магистральному транспорту газа, который является одной из наиболее энергоемких сфер деятельности компании. В условиях растущих требований к энергосбережению и снижению выбросов парниковых газов, ПАО «Газпром» активно внедряет меры по повышению энергоэффективности в этой области.

Основополагающим документом для ПАО «Газпром» в области энергосбережения является Политика в области энергетической эффективности и энергосбережения. В рамках этой политики разработаны корпоративные программы, направленные на снижение потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и повышение энергоэффективности.

Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности, утвержденная в 2023 году, охватывает все основные виды деятельности компании, включая магистральный транспорт газа. Ключевые цели программы:

- Снижение потребления природного газа и электроэнергии на компримирование газа;
- Предотвращение стравливания природного газа при ремонтных работах.

Для достижения поставленных целей в области магистрального транспорта газа ПАО «Газпром» реализует следующие меры:

– Модернизация газоперекачивающих агрегатов (ГПА): Замена устаревшего оборудования на современные энергоэффективные модели позволяет значительно сократить расход топливного газа и снизить выбросы парниковых газов.

– Оптимизация режимов работы энергетического оборудования: Внедрение технологий, позволяющих минимизировать потери газа и снизить энергопотребление на объектах Единой системы газоснабжения (ЕСГ).

– Применение современных методов ремонта: Использование мобильных компрессорных станций (МКС) для эвакуации газа при проведении ремонтных работ, что исключает его стравливание в атмосферу.

– Обнаружение и ликвидация утечек газа: Регулярный мониторинг и устранение утечек на технологическом оборудовании.

В 2023 году ПАО «Газпром» достигло значительных успехов в повышении энергоэффективности магистрального транспорта газа:

1. Энергоемкость транспортировки газа снизилась благодаря повышению результативности энергосберегающих мероприятий.

2. Объем товаротранспортной работы сократился на 10,7 %, а потребление топливно-энергетических ресурсов — на 11,1 % по сравнению с 2022 годом.

3. Удельный расход ТЭР в секторе подземного хранения газа уменьшился за счет снижения объемов потребления ТЭР на 8,6 %.

Таблица 1 – Энергоемкость в основных видах деятельности ПАО «Газпром»

Показатель	2021	2022	2023	Изменение 2023/2022,%
Добыча газа, кг у. т. / тыс. $м^3$	23,13	25,12	27,41	+9,1
Транспортировка газа, кг у. т. / млн $м^3 \cdot$ км	28,34	3 014,6	23,96	–0,5
Подземное хранение газа, кг у. т. / тыс. $м^3$	7,74	49,1	7,13	–4,5
Переработка газа, кг у. т. / т у. т.	49,75	0,0	50,12	+4,0

Таблица 2 – Общее потребление топлива по Группе Газпром из невозобновляемых источников, в млн ГДж

Показатель	2021	2022	2023	Изменение 2023/2022, %
Нефтетопливо (бензин, керосин, мазут, СПГ)	407,4	294,1	294,4	+0,1
Газ природный	3 409,3	3 014,6	2 883,0	–4,4
Уголь	100,3	49,1	63,2	+28,8
Другие ТЭР	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего из невозобновляемых источников	3 917,0	3 357,8	3 240,6	–3,5

Одним из ключевых подразделений, отвечающих за транспортировку газа по магистральным газопроводам ООО «Газпром трансгаз Ухта».

Производственные мощности компании включают:

– Магистральные газопроводы общей протяженностью 16 515 км, из которых 14 246 км – магистральные газопроводы.

– 14 линейных производственных управлений магистральных газопроводов (ЛПУМГ) и 44 компрессорные станции (КС), на которых установлено 449 газоперекачивающих агрегатов (ГПА) общей мощностью 6592,6 МВт.

– 176 газораспределительных станций для обеспечения поставок газа потребителям.

Электроснабжение объектов транспорта газа осуществляется от энергосистем «Комиэнерго», «Архэнерго», «Вологдаэнерго» и «Ярэнерго». Для обеспечения бесперебойной работы критически важных объектов (газотурбинные цеха, объекты тепловодоснабжения) используются дизельные электростанции мощностью 200-1000 кВт.

В девяти филиалах в качестве основных источников электроснабжения используются электростанции собственных нужд (ЭСН), работающие на газотурбинном или газопоршневом приводе.

ООО «Газпром трансгаз Ухта» активно реализует комплекс мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности и минимизацию потерь природного газа. Эти инициативы являются частью стратегии компании по оптимизации производственных процессов, снижению затрат и выполнению экологических обязательств.

Для повышения энергоэффективности в магистральном транспорте газа ООО «Газпром трансгаз Ухта» реализует следующие меры:

1. Модернизация ГПА: За последние 5 лет мощность установленных ГПА увеличилась на 823 МВт (12,5%), а их количество – на 34 единицы (7,6%). Активно проводится реконструкция ГПА, выработавших назначенный ресурс.

2. Оптимизация режимов работы оборудования: Внедрение технологий для снижения потребления и потерь газа на объектах Единой системы газоснабжения (ЕСГ).

3. Снижение энергоемкости транспортировки газа: В 2023 году энергоемкость транспортировки газа снизилась благодаря повышению результативности энергосберегающих мероприятий, уменьшению объема товаротранспортной работы на 10,7% и снижению потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на 11,1%.

Анализ данных за период с 2018 по 2023 годы позволяет выявить ключевые тенденции в области энергосбережения и повышения энергоэффективности компании. Рассмотрим основные показатели и их динамику.

Таблица 3 – Динамика показателей энергетической эффективности транспортировки газа в ООО «Газпром трансгаз Ухта»

№ п.п.	Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1.	Товаротранспортная работа, млрд^3 · км	318 972	330 248	325 381	351 239,9	243 704,1	185 744,0
2.	Расход природного газа на СНТ, млн м^3	6 086	5 708	5 397	6 238,1	2 857,8	1 533,8
2.1.	Удельный расход газа на СНТ, м^3 / млн м^3	19,08	17,28	16,59	17,76	11,73	8,26
3.	Расход электроэнергии на СНТ, тыс. кВт·ч	672,6	678,2	641,1	765,226	386,443	262,467
3.1.	Удельный расход электроэнергии на СНТ, кВт·ч / млн м^3 · км	2,11	2,05	1,97	2,18	1,58	1,41
4.	Расход тепловой энергии, тыс. Гкал	481,5	504,33	473,18	437,133	424,970	377,380
4.1.	Удельный расход теплоэнергии, тыс. Гкал / млн м^3	1,51	1,53	1,45	1,24	1,74	2,03

По результатам анализа динамики показателей энергетической эффективности наблюдается значительное снижение товаротранспортной работы: с 351 239,9 млрд³·км в 2021 году до 185 744,0 млрд³·км в 2023 году. Оно может быть связано с внешними факторами, такими как изменения на рынке или сокращение объемов транспортировки газа.

Снизился расход природного газа на собственные нужды с 19,08 м³/млн м³ в 2018 году до 8,26 м³/млн м³ в 2023 году, свидетельствует о внедрении энергосберегающих технологий и оптимизации процессов.

Снизился удельный расход электроэнергии с 2,11 кВт·ч/млн м³·км в 2018 году до 1,41 кВт•ч/млн м³·км в 2023 году.

Расход ТЭР на СНТ продолжил снижаться: с 6 238,1 тыс. у.т. в 2021 году до 1 533,8 тыс. у.т. в 2023 году, что составляет снижение на 75,4%. Значительное снижение расхода ТЭР на СНТ подтверждает эффективность мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Для комплексной оценки энергетической эффективности компании предлагается использовать следующие обобщающие показатели. Они позволят оценить, как натуральные, так и стоимостные аспекты энергопотребления, и их влияние на экономические результаты деятельности.

Преимущества предложенных показателей:

Комплексность: Показатели охватывают как натуральные, так и стоимостные аспекты энергопотребления.

Сопоставимость: Позволяют сравнивать энергоэффективность компании в динамике и с другими предприятиями отрасли.

Практическая применимость: Показатели могут быть использованы для разработки стратегий повышения энергоэффективности и оценки их эффективности.

Рисунок 1 – Расход энергоресурсов на собственные технологические нужды в ООО «Газпром трансгаз Ухта

Таблица 4 – Предлагаемые обобщающие показатели энергетической эффективности ООО «Газпром трансгаз Ухта»

Показатели	Ед. изм.	Методика расчёта
Энергоотдача в натуральном выражении	1000 м3 · 100 км / руб.	Показатель эффективности, определяемый соотношением ТТР к затратам на энергетические ресурсы
Энергоотдача в стоимостном выражении	руб./руб.	Показатель эффективности, определяемый отношением выручки от продаж к затратам на энергетические ресурсы
Энергоемкость в натуральном выражении	руб. / 1000 м3 · 100 км	Показатель эффективности, определяемый отношением затрат на энергетические ресурсы к объёму ТТР
Энергоемкость в стоимостном выражении	руб./руб.	Показатель эффективности, определяемый отношением затрат на энергетические ресурсы к выручке от продаж
Энергорентабельность	руб./руб.	Относительный показатель эффективности проекта, определяемый отношением прибыли от продаж к затратам на энергетические ресурсы

Таблица 5 – Показатели эффективности использования энергоресурсов ООО «Газпром трансгаз Ухта»

Показатели	2021	2022	2023	Отклонение 2023/2021	Темп роста 2023/2021, %
1	2	3	4	5	6
Технологический газ, тыс. руб.	23 847 929	11 172 642	6 666 944	– 17 180 985	72,05
Электроэнергия, тыс. руб.	7 610 645	7 449 554	7 258 123	– 352 522	4,63
Теплоэнергия, тыс. руб.	686 310	813 558	841 404	155 094	122,60
Затраты на энергетические ресурсы, тыс. руб.	32 144 884	19 435 754	14 766 471	– 17 378 413	45,94
Выручка от оказания услуг по транспортировке газа, тыс. руб.	235 901 086	273 285 503	253 358 252	17 457 166	107,40
Прибыль от оказания услуг по транспортировке газа, тыс. руб.	4 986 540	11 970 386	5 790 677	804 137	116,13
Энергоотдача, руб./руб.	7,339	14,061	17,16	9,821	233,82
Энергоемкость, руб./руб.	0,136	0,071	0,058	– 0,078	42,65
Энергорентабельность, %	0,155	0,616	0,392	0,237	252,90

Общие затраты на энергоресурсы снизились на 17 378 413 тыс. руб. (54,06%) с 2021 по 2023 год. Это значительное сокращение, обусловленное:

- резким снижением затрат на технологический газ (–17 180 985 тыс. руб., или –72,05%);
- умеренным снижением затрат на электроэнергию (–352 522 тыс. руб., или –4,63%).

Компания значительно оптимизировала затраты на энергоресурсы, особенно за счет снижения потребления технологического газа.

Прибыль от транспортировки газа увеличилась на 804 137 тыс. руб. (16,13%), что указывает на улучшение финансовых результатов, несмотря на снижение выручки в 2023 году по сравнению с 2022 годом.

Энергоотдача (руб./руб.)

Показатель вырос с 7,339 в 2021 году до 17,16 в 2023 году (рост на 9,821 руб./руб., или 233,82%). Это свидетельствует о значительном повышении эффективности использования энергоресурсов: на каждый рубль затрат на энергоресурсы компания генерирует больше выручки.

Энергоемкость (руб./руб.)

Показатель снизился с 0,136 в 2021 году до 0,058 в 2023 году (снижение на 0,078 руб./руб., или 57,35%). Это подтверждает снижение доли затрат на энергоресурсы в выручке, что также указывает на повышение энергоэффективности.

Энергорентабельность (%)

Показатель вырос с 0,155% в 2021 году до 0,392% в 2023 году (рост на 0,237 п.п., или 252,90%). Это указывает на увеличение прибыли, генерируемой на каждый рубль затрат на энергоресурсы, что свидетельствует о повышении экономической эффективности энергопотребления.

Снижение затрат на энергоресурсы стало ключевым фактором повышения энергоэффективности, особенно за счет оптимизации использования технологического газа.

Рост выручки и прибыли при снижении затрат на энергоресурсы свидетельствует об успешной стратегии повышения экономической эффективности.

Улучшение показателей энергоэффективности (энергоотдача, энергоемкость, энергорентабельность) подтверждает, что компания эффективно использует энергоресурсы и генерирует больше прибыли на единицу затрат.

Таблица 6 – Результаты факторного анализа энергоотдачи, энергоёмкости, энергоэффективности

Показатели	2022	2023	Изменение	в том числе за счёт увеличения	
				выручки от продаж	затрат на энергетические ресурсы
Энергоотдача, руб/руб.	14,061	17,16	9,821	-1,031	4,13
Энергоёмкость, руб/руб.	0,071	0,058	-0,078	0,0046	0,0734
Энергорентабельность, %	0,616	0,392	0,237	0,237	252,90

Произведён расчёт экономии электроэнергии и природного газа за счёт проведения энергосберегающих мероприятий.

Снижение потребления природного газа на 146 938,11 м³ привело к значительной экономии в размере 663,76 млн руб.

Снижение потребления электроэнергии на 13 370,3 кВт·ч / млн м³·км позволило сэкономить 175,69 млн руб.

Реализация энергосберегающих мероприятий позволила компании сэкономить почти 839,44 млн руб. за счет снижения потребления природного газа и электроэнергии. Это свидетельствует о высокой эффективности внедренных мер и их значительном вкладе в снижение затрат на энергоресурсы.

Таблица 7 – Расчет экономии энергосберегающих мероприятий в программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности ООО «Газпром трансгаз Ухта»

Наименование энергосберегающего мероприятия	Цена на энергоресурсы	Величина экономии	
		В натуральной форме	В стоимостной форме, тыс. руб.
Природный газ	4 517,26 руб. / м^3	146 938,11 м^3	663 757,65
Электроэнергия	13,14 руб. / кВт·ч	3 370,3 кВт·ч / млн м^3·км	175 685,74
Суммарная экономия			839 443,39

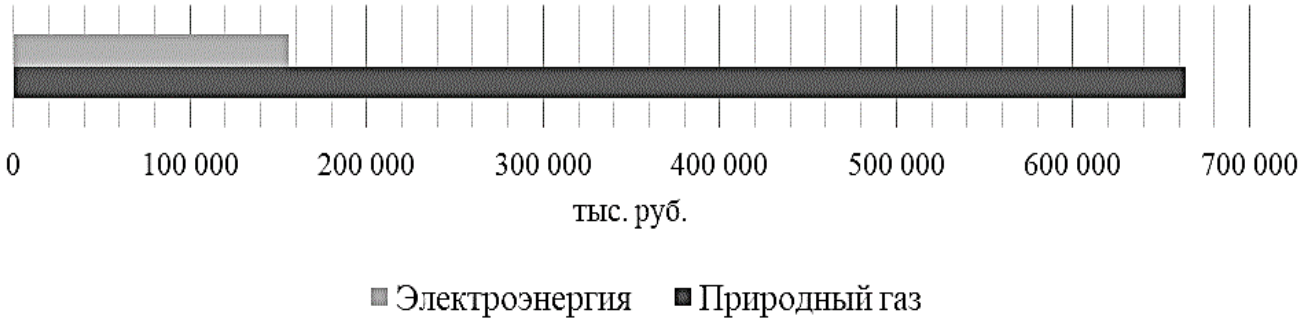


Рисунок 2 – Суммарная экономия электроэнергии и природного газа в ООО «Газпром трансгаз Ухта»

В условиях глобальных вызовов, таких как сокращение экспорта и ужесточение экологических требований, ООО «Газпром трансгаз Ухта» демонстрирует значительные успехи в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. Реализация энергосберегающих мероприятий уже позволила компании сэкономить почти 839,44 млн руб., что свидетельствует о высокой эффективности принятых мер.

Для дальнейшего укрепления позиций компании в условиях неопределенности и достижения долгосрочных целей в области устойчивого развития необходимо продолжать внедрение инновационных технологий, модернизацию оборудования, развитие возобновляемых источников энергии и повышение квалификации персонала. Эти меры не только позволят снизить зависимость от внешних факторов, но и укрепят имидж компании как надежного и ответственного участника рынка, способного вносить вклад в глобальные усилия по снижению воздействия на окружающую среду.

Таким образом, ООО «Газпром трансгаз Ухта» обладает всеми необходимыми ресурсами и потенциалом для успешного преодоления текущих вызовов и дальнейшего развития в условиях растущей конкуренции и глобальной нестабильности.

Библиографический список:

1. Хасанов А.А. Экономическая эффективность энергосбережения в магистральном транспорте газа — А.А. Хасанов // Вестник науки и образования – №19 (97), часть 2 – 2020 г. – С.16-20

УДК 65.01

Портфель ИТ-проектов. Понятие и особенности

Башкатов В. А.
Научный руководитель - Крестовских Т. С.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Понятие портфеля проектов

В настоящее время темп жизни настолько повысился, что организации разных мастей по всему миру всё чаще вынуждены сталкиваться с таким понятием как проект – некоторой временной деятельностью, направленной на достижение какой-то цели. С каждым годом появляется больше и больше реализующихся проектов с новыми требованиями, идеями и ограничениями. Для облегчения ведения такие объекты деятельности организации могут объединяться в портфели. Рассмотрим это понятие чуть подробнее.

Русская школа управления даёт такое определение. Портфель проектов — это некоторая совокупность проектов, которые объединены вместе по определенному принципу для большего удобства управления или для достижения масштабной стратегической цели. Обычно они группируются по технологии выполнения работ, используемым ресурсам, похожим результатам [2].

Проекты в портфеле имеют связь в виде общей цели и выполняются без логического отрыва друг от друга, что помогает компании в сохранении и укреплении позиций на рынке в условиях конкуренции, позволяет легче распределять ресурсы и даже совместно использовать последние для решения задач по реализации проектов.

При этом расширение применения методов управления портфелем обусловлено следующими факторами [1]:

– нехваткой инвестиционных ресурсов;

– расстановкой приоритетов, необходимой для распределения ресурсов, имеющихся в распоряжении компании;

– сложностями с приведением каждого отдельного проекта в соответствие со стратегическими целями компании

Специфика проектов в сфере ИТ

Проекты в этой сфере являются мероприятиями по разработке, внедрению и/или поддержке (сопровождению) цифровых продуктов или информационных технологий.

ИТ-проекты в сравнении с бизнес-проектами обладают большей сложностью и повышенной неопределённостью. Ими сложнее управлять, поскольку они имеют тенденцию к изменениям из-за таких факторов неопределенности, как нестабильность сроков реализации проекта и бюджета, постоянно меняющиеся требования бизнеса и пользователей, а также адаптивность команды [3]. Также ввиду скорости развития информационных технологий, продукт проекта быстрее устаревает.

Сложности при реализации портфелей проектов

Объединение проектов в портфель может помочь при работе в условиях таких особенностей. Между элементами портфеля возможно сотрудничество, когда лучшие решения из одного возможно применить в другом, а от совместного использования, например, некоторого трудового ресурса (специалиста нужных квалификации и навыков), необходимого в нескольких проектах, можно получить выгоды для всего портфеля в целом.

Однако с новыми возможностями могут появляться и новые проблемы. Так в случае рассматриваемого объединения проектов мы можем столкнуться со следующими трудностями:

- Управление взаимозависимостями проектов

Проекты в портфеле объединяются общей целью, поэтому при изменении последней есть большой шанс изменений внутри портфеля: добавлению, изменению или удалению других взаимозависимостей проекта. Например, внезапное изменение цели портфолио (из-за изменения рыночных условий) может повлиять на приоритет и масштаб некоторых проектов. Недостаточное внимание к взаимозависимости проектов может привести к искажению направления развития портфеля, уводящему от изначальных целей, согласно которым были объединены проекты.

Обычно взаимозависимости связаны с объединяющими проекты общими стратегическими целями или возможными от этих связей выгодами

- Повышенное влияние человека на успех [4]

Фактор личных отношений между участниками проектов, их восприятие, вовлечённость, желание сотрудничества командами и коммуникации в принципе в портфеле проектов становится более важным.

- Необходимость установки баланса между сотрудничеством команд проектов в портфеле и рисками, величина которых зависит от объёма таких взаимосвязей [4]
- Слишком большое количество проектов разработки, находящихся на стадии выполнения

Переполнение портфеля проектами может приводить к нарушению сроков реализации и снижению качества результирующих продуктов из-за попыток удержать проекты во временных рамках [5].

- Недостаточная целостность данных

Ненадёжные данные о показателях реализации портфеля приводят к принятию неверных управленческих решений и перегрузке процесса разработки из-за невозможности своевременно завершить неэффективный проект [5].

Выводы

Было рассмотрено понятие портфеля ИТ-проектов, выделены его особенности и проблемы при выполнении.

Далее будет необходимо рассмотреть вопрос распределения ресурсов для снижения отрицательного влияния одной из особенностей портфелей: взаимосвязанностей проектов, а также провести анализ оптимальных методов распределения.

Библиографический список:

1. Симионова Н.Е., Симионов Р.Ю. Project portfolio management as a tool for implementing an organization's strategy: development of a project selection and ranking system // Недвижимость: экономика, управление.– 2021.– No 4.– С. 29–35.
2. Управление портфелем проектов и перспективное планирование – https://uprav.ru/blog/upravlenie-portfelem-proektov/. – Русская школа управления. – Дата обращения: 10.03.2025.
3. Mojdeh Rahmanian A Comparative Study on Hybrid IT Project Management // International Journal of Computer and Information Technology.– 2014.– Volume 03 – Issue 05.
4. Qin Wang, Guangping Zeng, Xuyan Tu Information Technology Project Portfolio Implementation Process Optimization Based on Complex Network Theory and Entropy // Entropy.– 2017.– 19, 287.
5. R.G. Cooper and A.F. Sommer New-Product Portfolio Management with Agile: Challenges and Solutions for Manufacturers Using Agile Development Methods // Research-Technology Management.– 2020.– 63:1, pp 29-36.
6. Sameer Bathallath, Åsa Smedberg, Harald Kjellin Managing project interdependencies in IT/IS project portfolios: a review of managerial issues // International Journal of Information Systems and Project Management.– 2015.– Vol. 4, No. 1.– С. 67-82.

УДК 005:004.8

Влияние искусственного интеллекта на управление проектами: философский взгляд

Фабунми С.Ф.,
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в управление проектами, особенно в области информационных технологий (ИТ), представляет собой кардинальный сдвиг в том, как планируются, выполняются и контролируются проекты. Хотя искусственный интеллект обладает значительными преимуществами, такими как повышение эффективности, принятие решений на основе данных и поддержка гибких методологий, таких как Agile, он

также поднимает глубокие философские вопросы о человеческой автономии, этической ответственности и характере работы. В этой работе исследуется влияние искусственного интеллекта на управление проектами с философской точки зрения, рассматриваются такие ключевые вопросы, как баланс между принятием решений человеком и машиной, этические последствия делегирования ответственности ИИ и переосмысление роли человека на рабочем месте. В конечном счете, в нем утверждается, что, хотя искусственный интеллект может улучшить результаты проекта, его интеграция должна основываться на вдумчивом рассмотрении его философских и этических аспектов, чтобы гарантировать, что человеческие ценности и креативность остаются на переднем крае практики управления проектами.

Ключевые слова: Человеческая автономия, этические последствия, искусственный интеллект

Современное общество переживает технологическую революцию, связанную с бурным развитием искусственного интеллекта (ИИ). Эта трансформация затрагивает не только технические, но и гуманитарные аспекты деятельности человека. Управление проектами — одна из сфер, где ИИ оказывает значительное влияние. Однако, чтобы понять глубину этих изменений, необходимо обратиться не только к прикладному анализу, но и к философскому осмыслению происходящего. Философский взгляд позволяет выявить антропологические, этические и онтологические аспекты внедрения ИИ в управление проектами, а также переосмыслить роль человека в условиях цифровой трансформации.

ИИ — не просто технологический инструмент, а новая форма соотношения человека и машины, знания и действия. С философской точки зрения, ИИ можно рассматривать как попытку репликации когнитивных функций человека — мышления, анализа, принятия решений. Это поднимает вопрос: **может ли машина обладать сознанием, интенцией, свободой воли?** Если нет — то какие границы у использования ИИ в управлении проектами? Если да — то как изменится сам подход к лидерству, ответственности и стратегическому мышлению?

Философы, начиная с Рене Декарта, обсуждали различие между машиной и разумом. Современные направления, такие как трансгуманизм и постгуманизм, предлагают радикальные переосмысления человеческой сущности в контексте ИИ. Управление проектами, как деятельность, основанная на планировании, коммуникации и адаптации, становится полигоном для проверки этих философских идей на практике.

ИИ может принимать решения быстрее и точнее человека, но **кто несёт ответственность за эти решения?** Этические аспекты внедрения ИИ в проектное управление особенно важны, если ИИ участвует в распределении ресурсов, управлении персоналом или в ситуациях, требующих морального выбора (например, в проектах, затрагивающих здоровье, безопасность или частную жизнь людей). Prieto., R[4]. отметил, что при управлении проектами возникают проблемы, связанные с этическими соображениями, поскольку прогнозная аналитика выходит за рамки прогнозирования и переходит к оптимизации планов выполнения и восстановления. Учитывают ли алгоритмы оптимизации, которые использует искусственный интеллект, в достаточной степени различные области социальной ответственности? Зависит ли оптимизация только от первоначальных затрат и графика или от эффективности жизненного цикла в финансовом, экологическом и социальном аспектах?

Каждое использование искусственного интеллекта требует тщательного понимания потенциальных этических проблем, которые могут возникнуть, а также согласованного уровня качества комплексной проверки, которую мы проводим в этом отношении.

Независимо от того, в какой степени люди выбирают возможности ИИ для использования, они должны делать это, тщательно понимая их целесообразность и ограничения в использовании. Должны ли программы и системы, поддерживающие ИИ, подтверждать уровень их “соответствия назначению”? Точно ли конкретное приложение ограничено обучающими данными и выбранной оптимизацией? Является ли это разумной экстраполяцией? Или это случай попытки использовать инструмент не по назначению, как при использовании молотка для завинчивания винта.

Необходимо провести официальную оценку воздействия потенциальных возникающих этических проблем.

С философской точки зрения, это отсылает к проблеме автономии и гетерономии (И. Кант): может ли машина быть моральным агентом? Или ответственность всегда остается за человеком, даже если он «делегировал» принятие решений ИИ? В философии технологий (А. Фейербенд, Х. Йонас) подчеркивается, что технический прогресс не освобождает человека от моральной ответственности, а лишь усложняет её формы.

ИИ постепенно вытесняет рутинные функции управления проектами: планирование, контроль сроков, управление рисками. Это освобождает человека для стратегических задач — но и требует переосмысления роли проектного менеджера. **Человек из менеджера становится больше наставником, интерпретатором и этическим арбитром.**

Появляется новая философская дилемма: не утрачивает ли человек уникальность, передавая ключевые функции ИИ? Марксистская философия труда подчёркивает, что труд — это форма самореализации. Если ИИ берёт на себя большую часть проектной деятельности, не означает ли это отчуждение человека от продукта труда?

Еще одной проблемой является предвзятость в ИИ. Если данные, используемые для обучения системы ИИ, являются предвзятыми, она также будет предвзятой при принятии решений и рекомендаций. Например, инструмент подбора персонала с использованием искусственного интеллекта Amazon, использовавшийся в период с 2014 по 2017 год, демонстрировал значительную гендерную предвзятость, систематически снижая рейтинг резюме, в которых содержались такие термины, как "женский шахматный клуб" или окончание женских колледжей. Это произошло потому, что искусственный интеллект был обучен на исторических данных о приеме на работу, которые отдавали предпочтение кандидатам-мужчинам, что непреднамеренно увековечивало дискриминацию под видом объективности, основанной на данных. Проблема стала настолько серьезной, что Amazon в конечном итоге прекратила проект. Чтобы устранить подобные ошибки, компании должны проводить тщательное тестирование перед развертыванием с использованием различных синтетических наборов данных, примером чего может служить IBM AI Fair 360 toolkit. Кроме того, контроль со стороны человека должен быть обязательным для всех отклонений, генерируемых ИИ, а меры прозрачности, такие как раскрытие заявителям информации о факторах, влияющих на принятие решений ИИ, могут помочь восстановить доверие. Chang, X[3] отметил, что, несмотря на то, что пример Amazon показывает, что алгоритмическая предвзятость может быть проблемой сегодня, все еще недостаточно исследований темной стороны алгоритмов.

Этот случай подчеркивает важный урок: искусственный интеллект не создает предвзятости, а усиливает существующие модели, делая подотчетность человека и более эффективные методы обработки данных необходимыми для этичного внедрения. Поэтому руководителям проектов важно знать об этой потенциальной проблеме и следить за тем, чтобы данные, используемые для обучения систем искусственного интеллекта, были как можно более разнообразными и репрезентативными.

Несмотря на эти опасения, потенциальные преимущества ИИ в управлении проектами значительны. Автоматизируя рутинные задачи и предоставляя ценную информацию, ИИ может помочь руководителям проектов принимать более правильные решения, более эффективно распределять ресурсы и снижать риски.

Согласно опросу PwC, 72% руководителей считают, что искусственный интеллект улучшил их способность принимать решения, поскольку алгоритмы искусственного интеллекта могут анализировать большие объемы данных и выдавать рекомендации, основанные на закономерностях и тенденциях, помогая командам принимать более обоснованные решения.

Системы ИИ могут снизить риск ошибок, выполняя задачи с большей точностью, чем люди. Исследование, проведенное McKinsey, показало, что ИИ может снизить количество ошибок до 50%.

Инструменты управления проектами на базе искусственного интеллекта также могут способствовать улучшению коммуникации и совместной работы внутри команд, предоставляя единый источник достоверной информации и обновлений в режиме реального времени. Исследование Deloitte показало, что искусственный интеллект может улучшить взаимодействие в команде на 33%.

ИИ может получать доступ к историческим данным и анализировать их, а также прогнозировать будущие результаты, помогая командам предвидеть и планировать возможные проблемы. Опрос, проведенный Forbes, показал, что компании, использующие интеллектуальную аналитику на базе ИИ, получили среднюю отдачу от инвестиций в размере 229%.

Заменит ли ИИ руководителей проектов? Bankins., S и Formosa., P[2] отметили, что, например, по сравнению с прошлыми технологиями ИИ может выполнять больше когнитивных задач, выходя за рамки работы "синих воротничков" на производстве, где роль технологий в замене человеческого труда имеет долгую историю, и переходя к более "белым воротничкам".

Маловероятно, что ИИ заменит руководителей проектов в ближайшее время. Хотя ИИ обладает потенциалом для автоматизации определенных задач и повышения эффективности управления проектами, он не способен заменить человеческий фактор в управлении проектами. Менеджеры проектов отвечают за руководство и мотивацию команд, общение с заинтересованными сторонами и принятие стратегических решений, требующих критического мышления и навыков решения проблем. Это задачи, которые ИИ в настоящее время не способен выполнять.

Будущее управления проектами - за гибридной моделью, в которой искусственный интеллект и люди дополняют сильные стороны друг друга. Искусственный интеллект превосходно обрабатывает огромные объемы данных, выявляет закономерности и прогнозирует риски со сверхчеловеческой скоростью — анализируя в 10 000 раз быстрее, чем люди (MIT Sloan), и выявляя 92% рисков раньше, чем традиционные методы (PMI). Однако ИИ не хватает таких человеческих качеств, как эмоциональный интеллект, этическое мышление и понимание контекста. Именно здесь менеджеры проектов-люди становятся незаменимыми, они мудро интерпретируют результаты работы искусственного интеллекта, ориентируются в политике офиса и принимают решения, соответствующие моральному духу команды и ценностям организации. Ярким примером является планирование марсианской миссии НАСА, где искусственный интеллект рассчитал оптимальные сроки запуска и распределение ресурсов, но астронавты и инженеры скорректировали планы, исходя из потребностей человека и непредвиденных проблем. Успешное внедрение требует четкого определения ролей: ИИ выполняет оперативные задачи, такие как автоматизированная отчетность и рекомендации по планированию спринта, в то время как люди принимают стратегические решения, разрешают конфликты и внедряют инновации.

[ИИ ПРЕДЛАГАЕТ] → [ЧЕЛОВЕК ИНТЕРПРЕТИРУЕТ] → [КОМАНДА РЕШАЕТ] → [ИИ УЧИТСЯ]

Ключевые показатели для отслеживания включают точность прогнозов ИИ, количество нарушений со стороны персонала и показатели удовлетворенности команды. Модель процветает, когда организации создают циклы обратной связи, в которых ИИ учится на корректировках человека, а люди доверяют рекомендациям ИИ, но проверяют их

ИИ меняет не только инструменты, но и сам подход к понятию «проект». Благодаря машинному обучению, проекты становятся адаптивными, самообучающимися системами. С философской точки зрения, это приближает проект к понятию **автопоэзиса** (теория самопорождающихся систем У. Матураны и Ф. Варелы).

Таким образом, **проект становится не объектом управления, а субъектом взаимодействия**, и ИИ в этом случае выступает посредником между человеком и живой системой проекта. Это разрушает классическую иерархию, основанную на управлении сверху вниз, и требует горизонтальных, кооперативных стратегий.

Философия будущего (Ю. Харари, Н. Бостром) указывает на возможное слияние человека и ИИ. В управлении проектами это может привести к формированию гибридных управленческих систем, где решения принимаются на основе симбиоза интуиции человека и аналитики ИИ.

Такой подход требует новой этики, новой антропологии и новой образовательной парадигмы. В философии управления появляется термин «постантропоцентризм», означающий, что человек более не центр мира, но лишь часть сложной системы агентов, включая ИИ и алгоритмы.

Заключение: ИИ оказывает глубокое воздействие на управление проектами, выходя далеко за пределы технологических изменений. С философской точки зрения, мы наблюдаем трансформацию категорий субъектности, ответственности, труда и знания. Чтобы успешно интегрировать ИИ в управление проектами, необходимо не только техническое, но и философское осмысление происходящих процессов.

Человечество стоит перед выбором: использовать ИИ как инструмент или стать его дополнением. В обоих случаях философия помогает задать правильные вопросы — о смысле, ценностях, цели и человеке в мире будущего.

Библиографический список:

1. М Ж. Спанов, Д Д. Капарова ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА // Academic research in educational sciences. 2024. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/filosofskie-aspekty-ispolzovaniya-i-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta (дата обращения: 12.04.2025).
2. Bankins S., Formosa P. When AI meets PC: Exploring the implications of workplace social robots and a human-robot psychological contract // European Journal of Work and Organizational Psychology. — 2020. — Vol. 29, № 2. — P. 215–229.
3. Chang X. Gender Bias in Hiring: An Analysis of the Impact of Amazon's Recruiting Algorithm // Advances in Economics, Management and Political Sciences. — 2023. — Vol. 23. — P. 134–140. — DOI: 10.54254/2754-1169/23/20230367.
4. Prieto R. Artificial Intelligence Ethics In the Project Management and Civil Engineering Domains. — 2019.
5. McKinsey & Company. Adapting to the Era of GenAI: Evolution of Project Management Practices [Электронный ресурс]. — 2025. — URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (дата обращения: 12.03.2025).
6. PwC. Adapting to the Era of GenAI: Evolution of Project Management Practices [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: https://digital.pwc.at/2024/05/13/adapting-to-the-era-of-genai-evolution-of-project-management-practices/ (дата обращения: 13.05.2024).

УДК 331.53:377 (470.13)

Система 5С и её практическое применение / 5S system and its practical application

Абдулгалимов Н. Э. / Abdulgalimov N. E.
Научный руководитель - Салчева С. С. / Salcheva S. S.
Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта, Россия / Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

Аннотация. В статье представлена пошаговая методика реализации инструмента бережливого производства система 5С. Данная методика позволит внедрить в производственный процесс систему 5С в структурных подразделениях промышленного предприятия (на отдельных производственных участках, в бригадах и цехах), что в свою очередь поспособствует росту производительности труда работающих.

Abstract. The article presents a step-by-step methodology for implementing the lean manufacturing tool 5S system. This methodology will allow the introduction of the 5S system into the production process in structural divisions of an industrial enterprise (in separate production areas, in teams and workshops), which in turn will contribute to the growth of labor productivity of workers.

Ключевые слова: бережливое производство, система 5С, визуализация, анализ, стандартизация, сортировка, зонирование рабочего места, совершенствование рабочего пространства, повышение производительности труда.

Keywords: lean manufacturing, 5S system, visualization, analysis, standardization, sorting, workplace zoning, improving the workspace, increasing labor productivity.

Цель исследования – разработать пошаговую методику внедрения системы 5С на производстве;

1. Изучить и проанализировать теоретические и практические аспекты применения системы 5С;

2. Аппробировать на практике применение разработанной пошаговой методики системы 5С.

Конкретные задачи:

Провести обзор публикаций и проведенных исследований по системе 5С, проанализировать практику её применения в различных отраслях экономики и на основе проведённого анализа разработать пошаговую методику внедрения 5С на промышленном предприятии (в цехе, на производственном участке).

Система 5С - это система наведения порядка в рабочей зоне. Она оказывает существенное положительное влияние на работу подразделений с высокой долей ручных процессов, т.е. все что выполняется непосредственно человеком, а не машиной.

Пять принципов системы 5С включают:

1. Сортируй (убери ненужное).
2. Соблюдай порядок (упорядочи).
3. Содержи в чистоте (рабочую зону и оборудование).
4. Стандартизуй (закрепи правила первых трех С).
5. Совершенствуй (контролируй и развивай порядок).

Результаты проведённых исследований показывают, что конкретная пошаговая методика внедрения системы 5С на производственном участке отсутствует. Предлагается следующая детализированная методика внедрения системы 5С в цехе, в бригаде (таблица 1).

Таблица 1 - Детализированная методика внедрения системы 5С на производственном участке

№ п/п	Действия	Краткое описание
Этап 1 -Подготовительный этап		
1.	Определение рабочих зон для внедрения 5С	Рабочими зонами для внедрения системы 5С могут быть рабочие места, участки, офисные помещения.
2.	Определение состава участников	Состав участников внедрения системы 5С включает тех сотрудников, кто работает в выбранных рабочих зонах.
3.	Подготовка участников к внедрению 5С	Изучение основ системы, разъяснение сотрудникам необходимости её внедрения на рабочем месте.
4.	Подготовка плана мероприятий по внедрению системы 5С	Разработка порядка внедрения системы 5С и определение сроков реализации этапов.
5.	Подготовка материального обеспечения	Разработка форм документов для работы и подготовка уборочного инвентаря.
Этап 2 - Сортировочный этап - избавление от ненужных вещей		
6.	Сортировка и удаление ненужного. Определение критериев отнесения предмета к определенной группе: - полезность и необходимость предмета для работы; - частота использования предмета в работе; - количество предмета, которое используется в работе.	Все предметы в рабочей зоне делятся на три группы: А) НУЖНОЕ - это предметы, которые часто используются в работе (должны быть под рукой); Б) НУЖНОЕ НЕ СРОЧНО - это предметы, которые редко используются в работе (дальние шкафы, полки, выдвижные ящики); В) НЕНУЖНОЕ - это предметы, которые не используются в работе, подлежат удалению из рабочей зоны (продумать вопросы утилизации ненужных вещей).

№ п/п	Действия	Краткое описание
7.	Красные ярлыки	Все ненужные предметы нужно обозначить красными ярлыками. Прежде чем выбросить предварительно выясняем: - Как использовать в другом месте? - Кому может ещё понадобиться? - Куда можно перенести или сдать, чтобы это было быстро и малозатратно?
Этап 3 - Визуализация		
8.	Рациональное размещение предметов - быстрый и лёгкий доступ; - безопасный способ хранения; - исключение препятствий для процессов, перемещения людей и предметов. Обеспечить безопасный и удобный доступ к рабочим предметами объектам. Каждый предмет на своем месте (подписано, оконтурено).	Внедрение различных способов визуализации, таких как: А) ЗОНИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ -нанесение границ участков, рабочих мест, проходов, проездов, мест складирования и т.д.; Б) ТАБЛИЧКИ И УКАЗАТЕЛИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ - размещение табличек и указателей вблизи мест расположения предметов В) ГРАФИЧЕСКОЕ И ТЕКСТОВОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ - обозначение мест расположения индивидуального инструмента
		Г) ОБОЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ ЗАПАСОВ - графическое обозначение максимального и минимального уровня запаса в месте хранения предметов одного вида
Этап 4 - Санитарно - гигиенический этап		
8.	Уборка, чистка, устранение неисправностей РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРАВИЛА УБОРКИ - от углов к середине - от темных мест к светлым - от труднодоступных мест к легкодоступным - от загрязненного к незагрязненному - от большого - к малому - от тяжелого к легкому	- уборка помещений, включая полы, стены и другие рабочие поверхности; - тщательная уборка, чистка и проверка оборудования, фиксация неисправностей; - выявление источников загрязнений, выработка и реализация мер по противодействию им; - устранение неисправностей и выработка мер по их предотвращению; - выработка правил уборки, чистки и устранения неисправностей. Содержание в чистоте: на чистом рабочем месте удобнее, легче и приятнее работать. Составление графика уборки рабочего места, рабочего помещения.
Этап 5 - Стандартизация правил порядка (разработка чек - листов, контрольных листов)		
9.	Стандартизация правил порядка ПЕРСОНАЛЬНАЯ ПАМЯТКА ПРИМЕР СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ПРАВИЛ	А) закрепление в письменном виде правил: - сортировки и удаления ненужного; - рационального размещения и визуализации предметов; - уборки, чистки и устранения неисправностей;

№ п/п	Действия	Краткое описание
	1. Все отходы выбрасывайте в мусорные баки. 2. Отправляйте готовую продукцию как можно скорее. 3. Не храните личные вещи на рабочем месте. 4. Кладите оснастку и инструменты обратно на свои места. 5. Устраняйте все неисправности незамедлительно. 6. Убирайте участок в конце смены. 7. Не допускайте скопления бумаг на столе. 8. Подшивайте документы незамедлительно. Разработка стандартов контроля и поддержания в порядке рабочего пространства.	Б) максимальная визуализация представления правил: - использования схем, рисунков, указателей; - стандартизация и унификация всех обозначений (символ, размер, цвет и т.д.); - рациональное размещение правил (выбор наиболее удобных носителей информации, мест размещения и способов крепления).
Этап 6 - Совершенствование достигнутого уровня		
10.	Совершенствование установленной системы	- окончательное закрепление сфер ответственности; - выработка и закрепление навыков соблюдения правил и процедур; - применение эффективных методов контроля (неожиданная проверка, быстрая проверка, разработка и систематическое заполнение контрольных листов).

На основании проведенной работы предложена пошаговая методика внедрения инструмента бережливого производства системы 5С на производственном участке, в цехе, бригаде, что позволит существенно оптимизировать рабочее пространство и повысить производительность труда работающих.

Библиографический список:

1. Клюев, А. В. Бережливое производство : учебное пособие для СПО / А. В. Клюев ; под редакцией И. В. Ершовой. — 3-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2024. — 87 с. — ISBN 978-5-4488-0447-2, 978-5-7996-2900-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт].
2. Клюев, А. В. Концепция бережливого производства : учебное пособие / А. В. Клюев. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 88 с. — ISBN 978-5-7996-0960-3. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт].
3. Фролов, В. П. Внедрение технологий бережливого производства в управление производством и организацию рабочих мест : монография / В. П. Фролов. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2022. — 77 с. — ISBN 978-5-394-04750-3. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт].

УДК 336.777

Обеспечение возвратности ссуд как способ минимизации кредитных рисков

Жакова О. А.
Научный руководитель – Пономарева В. А.
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
г. Сыктывкар, Россия

Аннотация. в статье описываются особенности обеспечения как способа минимизации кредитных рисков, анализируется качество кредитного портфеля банков России за 2021–2025 годы, а также рассматриваются проблемы обеспечения возвратности ссуд и пути их решения.

Ключевые слова: банк, риски, кредитные риски, обеспечение, минимизация, управление рисками, кредит, возвратность, кредитный портфель.

В мире финансовых отношений кредитные операции занимают особое место. Привлечение заемных средств стало одним из наиболее распространенных и необходимых финансовых инструментов для людей и организаций. Однако предоставление кредита сопряжено с определенными рисками для кредитора. Основной из них – риск невозврата займа.

Кредитная политика банка является ключевым инструментом управления кредитным риском. Она определяет основные принципы и процедуры кредитования, устанавливает требования к заемщикам и обеспечению кредита, а также регламентирует процесс мониторинга и управления проблемной задолженностью. Эффективная кредитная политика позволяет банку минимизировать кредитные риски и обеспечивать высокую возвратность кредитов.

Для минимизации подобного риска банки и другие кредитные организации применяют механизм обеспечения возвратности кредита. Эта система изначально разработана для защиты интересов финансовой организации и обеспечения своевременного погашения займа, но она также защищает заемщика от чрезмерной нагрузки и помогает определить возможность выплаты кредита в будущем.

Минимизация кредитных рисков является одним из этапов процесса управления кредитным риском, который также включает в себя идентификацию риска, его качественную и количественную оценку.

Обеспечение возвратности кредита – важнейшая задача банков, от успешного решения которой зависит их финансовая устойчивость и репутация. Данная статья посвящена анализу теоретических и практических аспектов обеспечения возвратности кредита в современной банковской практике.

Обеспечение возврата кредита является краеугольным камнем стратегии минимизации кредитного риска, что является первостепенной задачей кредитных организаций. Этот многогранный подход включает в себя ряд упреждающих и реактивных мер, направленных на защиту активов кредитора и поддержание стабильности его кредитного портфеля. По сути, процесс начинается с качественного отбора заемщика и углубленного анализа кредитоспособности.

Данный этап включает в себя тщательную оценку финансовой истории заемщика, кредитного рейтинга, стабильности дохода и общей долговой нагрузки. Кредиторы часто используют сложные скоринговые модели и алгоритмы для оценки вероятности дефолта заемщика, что позволяет им принимать обоснованные решения об одобрении кредита и его условиях.

Установление надлежащих условий кредитования и процентных ставок является еще одним важным элементом. Процентная ставка должна точно отражать риск, связанный с предоставлением кредита, компенсируя кредитору возможные потери. Условия кредитования, такие как график погашения и срок действия кредита, должны быть составлены таким образом, чтобы соответствовать платежеспособности заемщика, избегая чрезмерно обременительных платежей, которые могут увеличить риск невозврата.

Требование предоставления залога или гарантий обеспечивает дополнительный уровень безопасности. Обеспечение, такое как недвижимость или оборудование, дает кредитору возможность наложить арест на активы и продать их в случае дефолта, частично или полностью погасив остаток по кредиту. Гарантии третьих лиц, таких как частные лица или другие юридические лица, являются страховкой от того, что кредит будет возвращен, даже если заемщик не в состоянии этого сделать.

Регулярный мониторинг финансовых показателей заемщиков имеет важное значение на протяжении всего срока действия кредита. Это предполагает отслеживание ключевых финансовых показателей, таких как доходы, расходы и движение наличности, для выявления любых потенциальных признаков финансового неблагополучия. Решающее значение имеет активное общение с заемщиками, которые могут испытывать трудности.

Обращаясь к заемщику на ранней стадии и предлагая помощь, такую как изменение графика платежей или их временная отсрочка, кредиторы часто могут помочь заемщикам преодолеть временные трудности и избежать дефолта.

Кроме того, крайне важны надежная кредитная документация и юридически обоснованные соглашения. В этих документах должны быть четко изложены условия кредита, обязательства заемщика и права кредитора в случае неисполнения обязательств.

Обеспечение исполнения этих соглашений имеет решающее значение, предоставляя кредитору возможность обратиться в суд для возврата средств в случае необходимости. Также важно внедрять надежную политику и процедуры управления рисками. Это включает в себя разработку четких руководящих принципов предоставления кредитов, кредитного анализа и мониторинга кредитов, а также регулярный пересмотр и обновление этой политики для адаптации к изменяющимся экономическим условиям и лучшим отраслевым практикам.

Наконец, диверсификация кредитного портфеля может помочь минимизировать кредитный риск. Распределяя кредиты по различным отраслям, географическим регионам и типам заемщиков, кредиторы могут снизить свою зависимость от какого-либо одного заемщика или сектора.

Такая стратегия диверсификации может помочь смягчить последствия неплатежей и сохранить общую стабильность кредитного портфеля. Тщательно применяя эти комплексные стратегии, кредитные учреждения могут значительно повысить свою способность обеспечивать погашение кредитов и сократить потенциально разрушительные последствия кредитного риска.

Банк не может непосредственно повлиять на платежеспособность заемщика, которая рассчитывается по данным его финансовой отчетности, но может выбрать оптимальные условия кредитования, при которых риски будут минимальны.

Так, например, рассматривая вопрос о выдаче ссуды юридическому лицу, деятельность которого носит сезонный характер, план погашения должен быть составлен таким образом, чтобы платежи приходились на периоды наибольшей деловой активности клиента. Или при предоставлении ссуды на приобретение основного средства, расчет платежеспособности обязательно должен строиться на показателях прибыли клиента, а не на выручке.

В обратном случае, при предоставлении ссуды на пополнение оборотных средств, определение возможного размера кредита при помощи прибыли будет ошибочным, поскольку необоснованно завысит сроки кредитования и соответственно кредитный риск, вызванный неопределенностью во времени.

Минимизация кредитного риска посредством обеспечения является, пожалуй, основным способом снижения принимаемого риска. При этом важно понимать, что не всегда высокая стоимость принимаемого обеспечения является лучшим критерием выбора объекта залога.

Речь идет о том, что при несоответствии стоимости обеспечения размеру обязательства, могут возникнуть юридические проблемы с его реализацией, а значит, банк понесет высокие издержки реализации имущества с большой потерей времени.

На всех этапах управления кредитным рисков перед банками стоит задачи их полномасштабной адекватной оценки с целью определения реальной вероятности потерь по сделки и принятию мер по ее снижению.

Анализ качества кредитного портфеля банков России за 2021–2025 годы показывает следующую динамику.

В 2021 году совокупная просроченная задолженность сократилась на 3,8 %, а её удельный вес в кредитном портфеле снизился с 6,1 % до 5,1 %. Уровень обеспечения совокупного кредитного портфеля залогом имущества увеличился за год с 71,6 % до 73,4 %.

В 2022 году значительного ухудшения качества кредитного портфеля не произошло. Доля просроченной задолженности по корпоративным кредитам сократилась на 0,6 п. п. до 7 %, в ипотеке показатель оставался на минимальном уровне — около 0,7 %.

В 2024 году состояние кредитных портфелей как в розничном, так и в корпоративном сегментах банков не демонстрирует значительного ухудшения платёжной дисциплины заёмщиков. Доля проблемных кредитов в корпоративном кредитовании составила 3,8 % от общего объёма кредитного портфеля, что эквивалентно 3,1 трлн рублей.

В розничном кредитовании этот показатель равнялся 4,6 %, или 1,7 трлн рублей. В течение 2024 года доля проблемных кредитов в корпоративном сегменте уменьшилась на 0,6 процентного пункта, что связано с увеличением объёма портфеля. В то же время доля проблемных кредитов в розничном сегменте возросла на 0,5 процентного пункта, что обусловлено постепенным ухудшением кредитов, выданных под высокие процентные ставки, а также увеличением просроченных выплат по кредитам наличными.

По прогнозу агентства кредитных рейтингов, в 2025 году темпы роста кредитного портфеля в большинстве сегментов не превысят 10 %.

Опишем проблемы и рекомендации по обеспечению кредитов банками (таблица 1)

Таблица 1 - Проблемы и рекомендации по обеспечению кредитов банками

Проблемы	Рекомендации
Низкое качество залога	Проводить тщательную и независимую оценку залога, регулярно пересматривать его стоимость.
Неполное документирование	Обеспечивать полное и корректное документирование всех аспектов обеспечения, включая юридические права на активы.
Изменчивость рыночных условий	Учитывать актуальные рыночные условия при оценке залога.
Неправильная оценка	Избегать завышенной оценки залога путем тщательной экспертизы.
Отсутствие диверсификации	Использовать разнообразные виды обеспечения (недвижимость, движимое имущество, гарантии третьих лиц и др.) для снижения рисков.
Задержки в реализации	Оптимизировать процедуры реализации залога для сокращения времени и затрат на взыскание.

В результате анализа проблем и рекомендаций по обеспечению кредитов можно сделать вывод, что низкое качество залога, неполное документирование, изменчивость рыночных условий, неправильная оценка, отсутствие диверсификации, задержки в реализации и другие факторы создают значительные риски для банков.

Чтобы минимизировать эти риски, необходимо проводить тщательную и независимую оценку залога, обеспечивать полное документирование всех его аспектов и учитывать актуальные рыночные условия.

Важно избегать завышенной оценки активов и использовать разнообразные виды обеспечения, чтобы снизить зависимость от одного типа залога.

Оптимизация процедур реализации залога, внедрение систем мониторинга состояния активов и обучение сотрудников методам управления рисками также являются важными мерами для повышения эффективности работы банка в данной области. Внедрение этих рекомендаций позволит улучшить качество кредитного портфеля и снизить риски, связанные с недостаточностью обеспечения.

По данным Банка России, нестабильность и рост дефолтов негативно влияют на рынок, повышая стоимость кредитования для населения и бизнеса. Искусственный интеллект, машинное обучение, предиктивная аналитика – все это уже едва ли инновации, а скорее необходимые инструменты, которые развиваются каждый день и открывают новые возможности для улучшения работы банка и повышения лояльности клиента. Безусловно, внедрение ИИ, машинного обучения позволяют повысить качество управления заемными средствами и сократить возможные финансовые потери банка.

Автоматизация процессов, цифровые технологии и аналитические инструменты – основа эффективного управления кредитными рисками коммерческого банка. Использование современных IT-решений помогает банкам снижать убытки, улучшать качество портфеля и обеспечивать устойчивость в долгосрочной перспективе.

В заключение следует сказать, что на современном этапе в банковской деятельности роль риск-менеджмента существенно возросла. Раньше оценка кредитного риска банками во многом носила формальный характер, кредитные организации оценивали риск в рамках действующего законодательства с целью создания резервов, пытаясь минимизировать уровень риска и отчислений в резервы соответственно.

Библиографический список:

1. Александрова Е. Н., Кудринский А. Д. Обеспечение экономической безопасности кредитной организации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 7-2. С. 136-139. Текст: непосредственный.
2. Мельникова А. Е. Проблемы управления кредитными рисками в коммерческом банке и пути их минимизации // Символ науки: международный научный журнал. 2022. № 2. С. 24-26. Текст: непосредственный.
3. Филимонова Н. Н., Слесарева М. Д. Трансформация рисков кредитных организаций в условиях цифровизации // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. 2023. № 1. С. 55-59. Текст: непосредственный.
4. Чеканова Т. Е. Регулирование рисков отечественной банковской системы в ситуации экономического кризиса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2023. Т. 19. № 8. С. 1498-1519. Текст: непосредственный.

УДК 330.3

Негативное влияние употребления алкоголя и никотина на экономику страны

Терентьев А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Все слышали о проблеме курения и употребления алкоголя. Инсульты, инфаркты, смертность от рака. Из года в год ситуация кардинально не меняется. У большинства сложилось мнение, что это выгодно государству, так как с пачки сигарет и бутылки алкоголя поступают акцизы, налоги. Как же всё обстоит на самом деле, будет подробно разобрано в этой статье.

Сначала рассмотрим ситуацию с употреблением никотина. Вот какие данные у высшей школы экономики: «Сумма поступлений от акцизов и НДС, которые государство получает от продажи табачных изделий, в среднем около 700 миллиардов рублей в год. Эта сумма составляет около 1,5% доходов консолидированного бюджета России или 3% доходов федерального бюджета, но она не покрывает расходы на лечение заболеваний самих курильщиков, которые сегодня оцениваются Минздравом примерно в 1,1 трлн. рублей. И опять же, это лишь часть расходов, то, что напрямую тратится на лечение заболеваний, вызванных курением» [4]

Центрально научно-исследовательский институт Минздрава РФ: «Продажа сигарет совершенно не выгодна государству и наносит ему колоссальный ущерб. Табачные компании, посредством лоббизма, пытаются сделать вид, что табак и курение выгодны государству. В 2002 году в Чехии табачная компания «Филипп Моррис» опубликовала отчёт об экономическом влиянии курения на экономику Чехии. И там было написано, что продолжительность жизни сокращается и нужно платить меньше пенсий. Разразился грандиозный скандал, потому что это было похоже на фашистское заявление. В Министерство финансов России тоже поступали подобные экспертные письма»

Эта логика не только аморальна, но и неверна с точки зрения экономики. Во-первых, многие пенсионеры присматривают за внуками, что помогает родителям не увольняться с работы. Во-вторых, пенсионеры, как правило, тратят свою пенсию на товары и услуги на территории России, тем самым развивая её экономику.

Рассмотрим доходы табачных компаний. Средняя стоимость пачки — 150 рублей. Себестоимость — порядка 13 рублей. Размер акциза — 67 рублей. НДС — 25 рублей. Получается, прибыль с одной пачки — 45 рублей. Это 350% прибыли. Неплохая доходность. Причем с электронных сигарет доходность еще выше. Годовой оборот продаж табачных изделий в России составляет 1 триллион 600 миллиардов рублей. Производство сигарет в России принадлежит иностранным компаниям и поделено между Японией, США и Великобританией. Например, японцы из Japan Tobacco производят в нашей стране такие сигареты, как «Русский стиль», «Петр Первый», «Донской табак», «Тройка».

Продажу алкоголя и никотина можно также рассмотреть с юридической точки зрения. Продажа товара, который убивает или делает инвалидом своего покупателя, является нарушением закона. В седьмой статье закона о защите прав потребителей написано, что товар, причиняющий вред здоровью населения, должен быть изъят из обращения. Потребитель имеет право на то, чтобы товар при обычных условиях его использования был безопасен для жизни и здоровья потребителя. Если установлено, что при соблюдении потребителем установленных правил использования товара он причиняет или может причинить вред жизни, здоровью, изготовитель обязан незамедлительно приостановить его производство и реализацию до устранения причин вреда. Если причины вреда устранить невозможно, изготовитель обязан снять такой товар с производства. То, чем занимаются табачные компании, также является уголовным преступлением. Статья 238 Уголовного кодекса Российской Федерации. Производство, хранение или перевозка в целях сбыта либо сбыт товаров, выполнение работ или оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности жизни или здоровья потребителей.

По расчётам Центрального научно-исследовательского института Министерства здравоохранения России, непрямые экономические потери от употребления табака без учёта стоимости медицинской помощи курильщикам составляют 5 триллионов 600 миллиардов рублей в год. Это в 8 раз больше, чем все доходы государства от продажи табака. По данным МЧС, 41% всех людей, сгоревшие заживо, стали жертвами неосторожного обращения с сигаретой. По статистике, в 2021 году на территории Москвы произошло 3,5 тысячи пожаров. Из них 1600 пожаров произошло по причине курения. По статистике, каждый день в нашей стране происходит 549 пожаров, в которых гибнет 42 человека. Почти половина из них — из-за курения. По данным Минздрава, из-за болезней, вызванных курением, Россия ежегодно теряет 400 тысяч человек. Это население целого города, такого как Тверь или Сургут. Фактор смертности от курения почти не замечается населением, так как эффект проявляется не сразу. Нужны десятилетия. Если мы посмотрим, например, на смертность мужчин в возрасте от 35 до 70 лет, то 30% общей смертности в этой возрастной группе в России — это смертность, связанная с табаком.

Болезни, онкология, содержание онкологической службы, поиск новых лекарств, сохранение жизни человека и т. д. Всё это стоит очень больших денег. Если подразумевать и другие болезни, которые сопутствуют курению, то мы с вами понимаем, что это колоссальные траты для государственного бюджета. Поэтому, если вы посчитаете ещё и потерю трудоспособности на этом фоне, то получатся космические цифры в этом отношении. Доходы получают только те, кто придумывает и продаёт эти наркотики. А если учесть, что маркетинговые усилия табачные компании направляют на детей, а дети наше будущее, то экономический убыток будет только увеличиваться со временем.

По статистике, 80% потребителей табачной продукции, содержащей никотин, начинают употреблять её до 18 лет, то есть будучи детьми. В Соединённых Штатах состоялся судебный процесс, который заставил табачные компании выплатить компенсацию и раскрыть 40 миллионов страниц служебной документации. В этой документации было обнаружено, что все свои маркетинговые усилия они направляли не на взрослых, как они всех уверяли, а именно на детей. Взрослые люди могут не увидеть рекламу сигарет, так как реклама сигарет ориентирована не на них. Взрослые просто не смотрят то, что смотрят подростки, и не находятся в этом информационном пространстве. Они могут даже не замечать как купленные блогеры через различные интернет платформы, промывают детям мозги.

Табачная корпорация тратит 10% своего бюджета, который они получают, на рекламу. 160 миллиардов в год транснациональные табачные корпорации тратят на лоббирование и рекламу, чтобы вовлечь молодёжь в курение. И эти деньги им отдают сами курильщики. То есть, например, курящие родители оплачивают вовлечение в зависимость собственных детей. Поэтому первое решение этой проблемы — это личная позиция. Жить свободной от этого яда жизнью. Второе — это постепенная отмена никотиновой зависимости. Например, можно присоединиться к общественной инициативе «Будущее без никотина», которая предлагает постепенно выводить из оборота никотиносодержащие изделия, предусматривая принятие федерального закона, запрещающего продажу сигарет и другой никотиносодержащей продукции людям, родившимся после 2014 года, так как это дети, которые ещё не курят, и нужно создать условия, чтобы они не начали курить и не попали в зависимость.

То есть это должна быть программа по постепенному выводу табака с рынка при однозначном признании того, что это яд, который приводит к смерти и от которого существует зависимость.

С 2014 года все последующие поколения будут защищены от влияния этих корпораций. И наша инициатива не является чем-то из ряда вон выходящим. Ведь были времена, когда опиум продавался в магазинах. Сейчас трудно представить, что такой наркотик, как опиум, может продаваться в розницу. Поэтому наша инициатива вполне логична и здрава.

Ограничительная мера должна работать так, чтобы государство, не ходило по кругу, то есть придумываются новые меры защиты, а нам тут же добавляют новые угрозы. Поэтому в целом нужно идти по законодательной норме, чтобы с определенного года запретить полностью процесс потребления и продажи для граждан, родившихся в определенном возрасте. Это нормальная практика, весь мир идет в этом направлении.

И те страны, которые сегодня выступают за защиту здоровья своих граждан, будут делать именно это. Важно, чтобы мы были не в хвосте этого поезда, а в авангарде. Это абсолютно правильный шаг. Если у человека нет зависимости, зачем создавать условия, при которых он может её приобрести? Большинство серьёзных изменений начинается с конкретного человека. Никто не может изменить всё. Но каждый может изменить что-то. И в итоге это изменит всё. [1]

Теперь рассмотрим влияние алкоголя на экономику страны. С 1985 по 1988 год в Советском Союзе проводилась антиалкогольная кампания, которую часто ошибочно называют «сухим законом». Начнём с причин, по которым правительством было принято решение ограничить торговлю алкоголем. Первая причина — за 25 лет, предшествовавших ограничениям, производство и потребление спиртных напитков в СССР выросло в 4 раза. В результате возросли заболеваемость, прогулы, производственный травматизм и преступность. Михаил Горбачёв говорил: «Ситуация была такая, что на кафедрах пили, на заводах пили. Это сказывалось на всем, особенно на семьях, на производительности, на отношении к делу, на безопасности» На почве алкоголя совершалось 67% всех убийств, 75% телесных повреждений, грабежей и разбоев, 40% всех ДТП. Вторая причина - Постоянно растущий поток писем граждан в ЦК КПСС, в правительства, в газеты и на телевидение с требованиями ограничить распространение алкоголя.

Правительство уже не могло не отреагировать на эту ситуацию. 7 мая 1985 года было принято постановление ЦК КПСС о мерах по преодолению пьянства и алкоголизма. В ходе его реализации закрыли ряд заводов по производству алкоголя.

Было сокращено количество магазинов, торгующих спиртным, сокращено время его продажи, а также повышены цены. По официальным данным, эти меры привели к сокращению государственных продаж алкоголя на 61%. Существует распространённое мнение, что в годы антиалкогольной кампании множество людей умирало от употребления денатурата, технического спирта. Давайте посмотрим официальную статистику рождаемости и смертности за тот период. Согласно данным Государственного комитета статистики СССР, за два полных года действия антиалкогольной кампании 1986–1987 годов в Советском Союзе умерло на 245 тысяч человек меньше, чем в 1983–1984 годах.

Еще более заметным стал рост рождаемости. В 1986–1987 годах родилось на 431 тысячу человек больше, чем в 1983–1984 годах. Антиалкогольная кампания положительно сказалась и на криминальной ситуации. По данным МВД, число уголовных преступлений сократилось на 33%. Убийств стало меньше на 34%.

Производственный травматизм сократился на 20%, количество прогулов — на 35%. Производительность труда ежегодно повышалась на 1%, что давало 10 миллиардов рублей дополнительных бюджетных поступлений. [3]

Также для проверки и уточнения информации была изучена база данных Human Mortality Database — Института демографических исследований Макса Планка в Германии. Эту базу признают учёные со всего мира. И вот что нам удалось выяснить: За годы антиалкогольной кампании в СССР резко сократилось число несчастных случаев, смертность в ДТП снизилась на 24%, смертность на пожарах — на 38%, а число случайных утоплений сократилось на 37%.[3]

Была изучена российская база данных по рождаемости и смертности Центра демографических исследований Российской экономической школы и выяснено следующее: за годы кампании средняя продолжительность жизни мужчин выросла на три года — с 62 лет в 1984 году до 65 в 1987 году, средняя продолжительность жизни женщин выросла на один год и три месяца и достигла 74 лет.

Есть ещё вот такие данные: В эти годы реализация стеклоочистителя выросла на 14%.

Это было связано с тем, что при введении ограничений не учли, что алкоголь является сильнейшим наркотиком, вызывающим зависимость. В результате людям, которые уже были зависимы от него, было сложно начать новую жизнь, свободную от алкоголя, без специальных реабилитационных программ. Это привело к тому, что алкоголики стали употреблять различные спиртосодержащие вещества хозяйственного или парфюмерного назначения. Заметим, что подростки и молодёжь их не употребляли.

Кстати, если набрать в поисковике «самый опасный наркотик в мире», мы увидим, что в различных исследованиях алкоголь занимает верхние строчки. Из-за того, что алкоголь является наркотическим веществом и вызывает зависимость, в некоторых городах у магазинов выстраиваются длинные очереди за спиртным, но даже одна спасённая человеческая жизнь стоит гораздо больше, чем неудобства, связанные с очередями.

Нередко антиалкогольную кампанию обвиняют в том, что она стала катализатором общественного недовольства и чуть ли не привела к распаду Советского Союза. Это, конечно, не так. На самом деле за годы кампании не было зафиксировано ни одной публичной акции протеста против введённых мер. При этом за годы кампании выросли многие социальные показатели. Число самоубийств сократилось на 39%, число разводов — на 10%, а рождаемость выросла на 9%.

Доктор медицинских наук Немцов, автор множества научных работ, посвящённых проблеме алкоголизации населения, говорит, что когда началась холодная война и милитаризация нашего государства денег не было и наше советское правительство начало наращивать производство алкогольной продукции. Это было явлением спаивания народа, когда правительство увеличивало производство алкоголя, начиная с 1965 года по 1980. Кампания началась 1 июня 1985 года. За первый месяц июня у нас существенно снизилось общее количество смертей, смерти при отравлении алкоголем, алкогольные психозы, убийства, самоубийства. За время антиалкогольной кампании сохранили жизнь 1 миллион 200 тысяч человек. Они бы умерли, если бы не было антиалкогольной кампании.

Также часто можно услышать, что употребление алкоголя в годы кампании не сократилось, просто люди перешли на самогон или на контрафактный алкоголь. Данную информацию опровергают следующие факты: в 1988 году от алкогольных отравлений умерло на 61% меньше людей, чем четырьмя годами ранее, число граждан, поступающих в вытрезвители, сократилось на 40%, смертность от цирроза печени сократилась на 27%, число смертей от белой горячки снизилось на 84%. Если бы действительно росло потребление самогона или контрафакта, то все эти показатели, наоборот, увеличились бы.

Некоторые могут возразить, что, возможно, статистику смертности от алкогольных отравлений искусственно занизили в угоду политической конъюнктуре. Предположим, что это так, но как тогда объяснить, что общая смертность в РСФСР в годы антиалкогольной кампании снизилась на 10%? Также антиалкогольные меры нередко обвиняют в росте токсикомании и наркомании. Мол, людям было сложно достать алкоголь, и они потянулись за наркотиками. Но это обвинение не имеет под собой никаких оснований.

За годы кампании смертность от других отравлений, не связанных с алкоголем, снизилась на 24%. А настоящий взрывной рост наркомании и токсикомании произошёл уже в 90-е годы, когда алкоголь продавался совершенно свободно. Также часто можно услышать, что бюджет страны пострадал от недополученной прибыли, которую раньше приносил алкоголь. По подсчётам доктора экономических наук Бориса Искакова, к 1980-м годам ежегодные экономические потери государства, связанные с потреблением алкоголя, составляли 300 миллиардов рублей в ценах 1980 года, что в 4,5 раза превышало доходы от его продажи. [3]

Другими словами, каждый рубль, заработанный государством на торговле алкоголем, неизбежно оборачивался четырьмя с половиной рублями бюджетных расходов, которые шли на лечение болезней, вызванных алкоголем, на пресечение пьяной преступности и на ликвидацию других разрушительных последствий, вызванных торговлей спиртным. Это такой же доход, как в анекдоте: Девочка говорит: «Если бы папа не пил, то и хлеба было бы не на что купить. А так сдаём пустые бутылки и покупаем хлеб. Вот такой доход»

Отдельно нужно сказать о вырубленных виноградниках. В Российской государственной библиотеке удалось найти официальный статистический сборник по сельскому хозяйству СССР за 1988 год, а также научную работу о виноградарстве за рубежом, опубликованную Академией сельскохозяйственных наук СССР в 1991 году. Итак, что же происходило на самом деле?

На 27-м съезде КПСС, проходившем в марте 1986 года, было принято решение о плановой замене технических сортов винограда, пригодных только для производства вина, на Столо-вые сорта, пригодные для употребления в сыром виде и для изготовления изюма.

За годы антиалкогольной кампании успели высадить 72 тысячи гектаров столового винограда, и нет сомнений, что если бы кампания не была прервана, то замещение продолжилось бы.

Отрывок из выступления на 27-м съезде: В 12-й пятилетке планируется направить большую часть винограда на производство пищевых продуктов. Виноград будет служить здоровью советских людей.

Важно сказать, что такое вино с медицинской точки зрения. Это просто прокисший виноградный сок, который к тому же является канцерогеном. Например, в виноградном соке много витаминов, но в вине их уже нет, потому что в процессе брожения повышается кислотность, что приводит к разрушению витаминов. Так что замена технических сортов винограда на столовые была полностью оправдана с точки зрения здоровья и сбережения населения страны.

Некоторые могут задаться вопросом: если у антиалкогольной кампании было столько плюсов, то почему она была свёрнута в 1988 году?

В конце 80-х к власти пришли люди, продвигавшие рыночные реформы. Основной пропагандируемой ценностью стали деньги. Это затронуло все аспекты экономики, в том числе и торговлю алкоголем. К сожалению, после сворачивания антиалкогольной кампании все показатели смертности, особенно мужской, резко возросли. [3]

Подводя итог, следует сказать, что в сегодняшней России просто жизненно необходима разумная антиалкогольная политика. Ведь среднедушевое потребление алкоголя сейчас сопоставимо с тем, что было в 1984 году. Вот лишь некоторые данные о том, что происходит: Более 80% детей в детских домах — это дети родителей, лишённых родительских прав из-за алкоголя. То есть алкоголь — основная причина сиротства в нашей стране. Хотим ли мы поддерживать рублём алкогольную индустрию, которая приносит столько горя нашему народу? Каждый из нас прямо сейчас может ввести сухой закон для себя и своей семьи, не дожидаясь решений сверху. Когда мы полностью отказываемся от алкоголя и выбираем естественный трезвый образ жизни, мы выступаем за здоровое и безопасное общество для себя и своих близких. [2]

Рассмотрим опыт, который проводился в Якутии в период с 2008 по 2019 год. В 188 сёлах Якутии был принят «сухой закон» — полный запрет на продажу любого алкоголя. Эти законы в сёлах были приняты по инициативе местных властей с целью спасти население от алкогольной деградации.

Один из удачных примеров — село Бязькёль. За последние три года там не было продано ни одной бутылки спиртного. Эмбарго на ввоз алкогольной продукции было введено по инициативе местных жителей. «Население в один голос сказало: «Хватит, нам это только во вред».

Много спорили о том, что магазины, торгующие алкоголем, после запрета на продажу алкоголя не смогут выжить, но тенденция показала совершенно другой эффект. Наоборот, в этих трезвых сёлах количество продуктовых магазинов значительно выросло, потому что люди не только стали больше зарабатывать, но и перераспределили сферу алкоголя. Люди начали вкладывать в другие сферы. Это местное сельское хозяйство, производство спортивного инвентаря и одежды, ну и так далее. Если раньше в одном маленьком селе на покупку строительных материалов тратилось около миллиона, то сейчас заказы доходят до пяти миллионов.

О чем это говорит? Это говорит о том, что люди начали обустраиваться, начали улучшать свою жизнь: это счастливые семьи, это трезвые отцы, это повсеместно наблюдалось. Когда перестают продавать алкоголь, жизнь улучшается: во-первых, вся ситуация в сёлах — это экономическая ситуация. Если сравнивать обеспеченность сельских жителей сельскохозяйственной техникой получается, что в этих сёлах такой техники в несколько раз больше: и мотоциклов, и машин, и тракторов. Развивается предпринимательство. В этих трезвых сёлах растёт развитие именно тех сфер производства, которые для них характерны и эти сёла входят в число тех, где уровень сельскохозяйственной техники один из самых высоких на территории республики Якутия.

В трезвых сёлах больше социальной гражданской активности, там больше общественных объединений и организаций, и большая часть населения трезвых сёл вовлечена в общественную жизнь села. Появилось много общественных организаций, которые улучшают жизнь в поселениях и привлекают грантовые деньги. Поэтому в этих сёлах произошло многогранное улучшение жизни. Одно из таких сёл — Тумул в Усть-Алданском районе.

Тумул — на первый взгляд обычное село, каких в Якутии сотни, но это не совсем так. В конце 2012 года жители на собрании решили, что алкоголь в их деревне продаваться не будет.

До 2012 года там каждый год возбуждалось по два-три уголовных дела. с 2013-го, преступлений не было. Раньше в магазинах продавали всё. Водку и пиво с утра до вечера. Тогда большая часть молодых трудоспособных людей толпилась у магазина. А сейчас ситуация заметно изменилась, делом начали заниматься. Теперь они толпятся в местном спортзале или доме культуры. На вопрос, не приведёт ли полный запрет алкоголя к эффекту «железного занавеса», можно ответить, что дети растут и не видят дурного примера, а то, что он вреден, можно объяснять уже в семье. Это задача родителей.

Некоторые сёла буквально вымирали, то есть там оставалось совсем немного домов, семей, и они были на грани исчезновения. Сейчас появилась интересная тенденция: молодые семьи, которые на какое-то время уехали из сёл, начали возвращаться обратно, потому что стало безопасно, потому что жизнь в деревне в некоторых моментах более комфортна. Пошла мощная волна миграции, начали возвращаться именно в трезвые сёла, потому что понятно, что семьи с детьми больше переживают за безопасность себя и своих детей.

Если раньше люди обычно уезжали из сел в более благополучные места, районные центры, города, то сейчас в этих сёлах наблюдается обратный процесс. Люди стали возвращаться, особенно молодёжь, они стали возвращаться в свои сёла после учёбы.

Большим достижением стало то, что стало значительно больше трезвых детей, подростков, молодёжи. И, согласно нашим исследованиям, по сравнению с 2010 годом у нас в 10 раз стало больше детей, которые вообще никогда не пробовали алкоголь. Если брать статистику, то в 2008 году в наркологическом кабинете районной поликлиники на учёте состояло 485 хронических алкоголиков, то в настоящее время, по состоянию на июнь 2020 года, их количество составляет 280 человек, то есть снижение на 200 человек. Это очень много. Наряду с алкоголизмом также распространено употребление наркотиков.

И в связи со снижением уровня алкоголизации снижается и употребление наркотиков, так как если раньше на учёте состояло 46 человек, то сейчас — 23, то есть наполовину меньше. Также снижается количество детей, состоящих на учёте по токсикомании. Если раньше на учёте состояло около 20 детей, то сейчас — ни одного. Конечно, это не повод для самоуспокоения, но, тем не менее, это доказывает, что развенчивает миф о том, что если мы ограничим употребление алкоголя, то возрастёт наркотизация населения, токсикомания и прочее. Это доказывает, что данный миф не имеет под собой никаких оснований.

В Трезвых сёлах, если посмотреть статистику, рождаемость намного выше, чем в других регионах. Если посмотреть, сколько детей поступает в средние школы, то получается, что с каждым годом в классах становится всё больше и больше детей.

Решение отказаться от алкоголя жители поселка Хатырык приняли почти единогласно. В 2011 году за трезвый образ жизни проголосовало 95% населения. Они живут за счет сельского хозяйства. Когда спиртные напитки продаются свободно, люди все равно спиваются и показатели снижаются. А когда мы ввели запрет, показатели начали расти.

С введением сухого закона сельчане стали больше заниматься спортом. Растёт и число любителей скандинавской ходьбы. Трезвый образ жизни сельчан повлиял и на демографические показатели. Сейчас в посёлке уже 42 многодетные семьи. В 2012 году жители своими силами построили детский сад на 57 мест. Процветают и магазины. Несмотря на отсутствие алкоголя на полках, никто не работает себе в убыток.

На сегодняшний день посёлок Хатырык является одним из самых активно развивающихся. Благодаря трезвому образу жизни улучшились многие социальные показатели. Исчезла пьяная преступность, прирост населения увеличился в два раза, а также увеличилось количество работающих жителей.

Проблема смертности среди мужчин в России и в нашей республике всегда была очень острым и тяжёлым вопросом. Мужчины трудоспособного возраста в 70% случаев погибают от причин, связанных с употреблением алкоголя.

В 2016 и 2017 годах было больше всего сёл, которые ввели на своей территории полный запрет на продажу алкогольной продукции. И в связи с этим в 2018 году был всплеск ожидаемой продолжительности жизни мужчин именно в сельской местности. Было много звонков из разных регионов России, начиная от Ямала и заканчивая Сахалином. Все тоже интересуются, сомневаются, как это будет, как народ воспримет. Народ воспримет абсолютно доброжелательно, потому что всякий раз, когда мы делали шаг в сторону трезвости, мы проводили социологический опрос, и 80% населения всегда поддерживали трезвость.

Однозначно понятно, что это один из способов спасения сельской местности. Мы много говорим о том, что нам делать, как нам восстановить деревню, что предпринять, но проведя исследования с социологической группой ЦИРКОН, пришли к выводу, что люди в трезвых селах, основной постулат. Им не нужно никаких потом плюшек, не нужно менять алкоголь на что-то. Человек сам настолько становится активным, ему хочется самореализоваться как творческой личности, что в принципе ничего не нужно давать ему в обмен на алкоголь. Человек сам по себе, как говорится, звучит гордо, и поэтому он может сам наполнить свою жизнь.

И это наполнение — это развитие семьи, развитие детей, развитие гражданского общества, развитие сельского хозяйства и многое-многое другое. Весь этот алгоритм можно передать другим регионам, которые смогут его использовать и улучшать ситуацию, которая там складывается. Эту работу невозможно провести в одиночку. В трезвых сёлах это работа, такой симбиоз администрации и населения. То есть только формальными ограничениями очень сложно чего-то добиться. Просто принять закон и ограничить. Вряд ли на этом дело закончится. Наиболее успешные сёла — это те, где был целый комплекс мер. Ограничения, воля народа, воля жителей поселения. Обычно 80-90% населения всегда голосовали «за». Также сюда должны подключиться правоохранительные органы, которые работают с бутлегерами. Обязательный фактор просвещение населения. Школьники, взрослые люди, муниципальные, государственные служащие должны получать достоверную информацию касаемо употребления никотина и алкоголя. Максимальный охват должен быть всех. Этим систематически занимается общественная организация «Общее дело», материалы, которой были использованы при написании данной статьи.

Недавно начали вводить ограничительные меры по продаже алкоголя в Вологодской области. Если эта тенденция будет продолжаться, постепенными мерами обязательно можно будет добиться положительного результата.

Будущее России именно в трезвости. Это интеллектуальная собственность, это здоровье, это наши дети, это наше потомство. Этот проект должен получить распространение по всей территории России. Пока решение проблемы с употреблением алкоголя и никотина не станет задачей первостепенной важности, смысла нет говорить о каком-либо научно-техническом прогрессе или экономическом росте, как отдельных муниципалитетов, так и государства в целом.

Библиографический список:

1. Деньги с дымком [видеозапись]: документальный фильм / продюсер Алексей Дектярёв: производство Общественная организация «Общее дело», 2022. – 24 мин.
2. Сухой закон 1985 [видеозапись]: документальный фильм / продюсер Алексей Дектярёв: производство Общественная организация «Общее дело», 2021. – 16 мин.
3. Сухой закон [Электронный ресурс]. - https://disk.yandex.ru/d/z6S30ly1KD5JxA (25.02. 2025)
4. Государственная политика в области ограничения курения: какие меры наиболее эффективны [Электронный ресурс]. - https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-politika-v-oblasti-ogranicheniya-kureniya-kakie-mery-naibolee-effektivny/viewer (25.03.25)

УДК 65.01

Анализ устойчивости бизнес процессов цифровой трансформации предприятий автотранспорта

Федосеенко Д. А.
Научный руководитель – Крестовских Т. С.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Бизнес процессы цифровой трансформации

Перед проведением анализа, следует определиться с объектом. В данном случае это бизнес процессы цифровой трансформации предприятий автотранспорта.

У понятия цифровая трансформация нет точного общепринятого определения, в разных работах могут даваться отличающиеся друг от друга трактовки. Найти общие черты среди множества определений термина попытался Темников Андрей Олегович, в своей статье он дал следующее определение.

Цифровая трансформация – процесс кардинального изменения бизнес-модели предприятия и её элементов, включая процесс создания и доставки ценности клиенту посредством реализации проектов с использованием цифровых технологий, в основе которых лежит эффективное управление информацией[5].

В процессе цифровой трансформации не только внедряются цифровые технологии, но также могут изменяться связанные с ними бизнес процессы.

В качестве процесса цифровой трансформации выбран процесс внедрения решения на базе 1С – 1С: Управление автотранспортом (далее УАТ). Выбор сделан по причине наличия данных о внедрении УАТ, а также на выбор повлияли проводимая в России политика импортозамещения[1][2][3] и высокая популярность решений на базе 1С на отечественном рынке [6][7][8].

Процесс внедрения 1С

Решения на базе 1С следуют правилам жизненного цикла программного обеспечения, но имеют свои особенности.

Жизненный цикл программного обеспечения состоит из следующих этапов[4]:

- Анализ требований
- Проектирование
- Реализация

– Внедрение
– Сопровождение

Решения на базе 1С являются уже разработанными программами – первые три этапа выполнены, остаются только внедрение и сопровождение. Однако это достигается за счет унификации программы – разработчиками были выявлены общие требования и нужды отрасли, которые были реализованы в программе. Это позволяет добиться универсальности, но требования, использованные при разработке решения на базе 1С, зачастую отличаются от требований конкретного предприятия. Функции, реализованные в программе, могут, как не использоваться на предприятии или иметь особенности, так и быть недостаточными, требовать дополнительной разработки.

Поэтому процесс внедрения усложняется, часто заставляет возвращаться на предыдущие этапы жизненного цикла – к проектированию и реализации или даже к анализу требований. Для подобных процессов хорошо подходит гибкая методология разработки, позволяющая адаптироваться к нуждам конкретного предприятия прямо в процессе внедрения.

На предприятии, предоставившем данные о внедрении УАТ, процесс внедрения можно разделить на следующие этапы:

– Предпроектный анализ
– Планирование работ
– Доработка и внедрение
– Обучение персонала
– Завершение проекта
– Сопровождение

Результатом предпроектного анализа является формирование одноименного документа. В данном документе описываются бизнес процессы, требующие автоматизации или затрагиваемые ей, а также указываются требования и комментарии к предполагаемым результатам внедрения, проводится ориентировочная оценка сроков. Для проведения предпроектного анализа специалисты проводят обсуждения с заказчиком, сотрудниками, выезжают на предприятие с целью документирования реальной деятельности и процессов.

На этапе планирования работ создается список задач с временными рамками, проводится более точная оценка времени выполнения и определяются исполнители.

После этого производится доработка решения на базе 1С, при необходимости, и его внедрение на предприятии. Перед непосредственным вводом в эксплуатацию проводится обучение персонала предприятия. Этапы внедрения и обучения довольно тесно пересекаются, могут проводиться параллельно. В результате обучения есть вероятность обнаружить дополнительные необходимые доработки, которые не были сформулированы ранее.

Завершением проекта можно назвать комплекс мероприятий по подписанию итоговых документов между заказчиком и исполнителем, а также создание аналитических записок по результатам внедрения.

После завершения проекта предприятию также необходимо сопровождение внедренного продукта, поскольку изменения в отрасли и законодательстве или в самом предприятии могут требовать практически непрерывную работу по доработке и поддержке.

Внедрение 1С для предприятий автотранспорта имеет свои особенности, уникальные для отрасли:

– Специальные формы (транспортная накладная, ремонтный лист, …)
– Системы мониторинга
– Прохождение ТО
– ДТП и штрафы

Эти потребности учтены в УАТ, но предприятия могут вносить в них свои коррективы.

У предприятий автотранспорта есть свои уникальные формы и отчеты, связанные с автотранспортом. Например, ремонтный лист, транспортная накладная, карточка транспортного средства и т.д. В дополнение к общепринятым формам, которые используют большинство предприятий, могут встречаться и внутренние, которые принимает руководство конкретного предприятия.

Для отслеживания данных автотранспорта в реальном времени используются системы мониторинга. В УАТ предусмотрены интеграции с определенным набором систем мониторинга, в случае использования не входящей в список системы потребуется разработка отдельной интеграции или смена системы мониторинга.

Автотранспорту необходимо регулярное прохождение ТО для замены деталей, имеющих срок службы, и своевременного выявления поломок или износа запчастей. Планирование ТО и составление графиков его прохождения является необходимостью для предприятий автотранспорта.

Учет ДТП и штрафов – еще одна область, отличающая предприятия автотранспорта. На предприятии могут существовать особые внутренние формы, возможна интеграция с ресурсами, предоставляющими данные по ДТП, например с сайтом ГИБДД.

Для анализа устойчивости бизнес процессов цифровой трансформации предприятий автотранспорта были использованы данные по трем проектам внедрения УАТ.

Факторы устойчивости

В результате изучения аналитических записок по трем проектам внедрения УАТ выделяются следующие факторы, которые влияют на отклонения от изначального проекта внедрения:

- Сроки
- Требования
- Стоимость
- Персонал (опыт и квалификация)
- Нормативные документы

Первые три фактора можно проследить из проектного треугольника – время, объем, стоимость. Сроки и требования – это время и объем. Стоимость в выбранных случаях внедрения УАТ формируется из оплаты времени работы специалистов и стоимости закупаемого программного обеспечения, которые предполагается внедрять.

Персонал, а именно его опыт и квалификация, также сказываются на устойчивости, поскольку от персонала зависит время, необходимое для выполнения задач, способность реагировать на изменения требований и быстро к ним адаптироваться.

Нормативные документы, как государственные, так и внутренние для предприятия могут оказывать влияние на ход работ, ставя новые требования или изменяя старые.

Проекты внедрения УАТ были завершены и сданы.

Однако у всех трех проектов были нарушены сроки – на выполнение работ потребовалось больше времени, чем предполагалось, а сроки были смещены вследствие задержек.

Также у каждого из проектов были выявлены новые, изначально не задокументированные или упущенные требования к функционалу – на их выполнение потребовалось выделение дополнительных ресурсов и времени.

Возникали проблемы с исполняющим персоналом – из-за недостатка опыта или квалификаций появилась потребность в задействовании дополнительных сотрудников, как в качестве консультантов, так и исполнителей, было затрачено дополнительно время.

Обобщенная визуализация факторов устойчивости в рамках проектов внедрения УАТ представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, повлиявшие на устойчивость цифровой трансформации

Повлиявшие факторы	**Проект 1**	**Проект 2**	**Проект 3**
Сроки	+	+	+
Требования	+	+	+
Стоимость	–	–	–
Персонал	+	+	+
Нормативные документы	–	–	–

Угрозы устойчивости

Среди угроз устойчивости, повлиять на которые не представляется возможным, можно выделить:

- Технические проблемы
- Человеческий фактор
- Смена персонала предприятия
- Изменение нормативных документов

В рамках всех трех проектов были встречены различные технические проблемы, такие как отключение от сети Интернет, отключение электрической сети.

Из-за человеческого фактора в двух проектах были упущены требования на этапе предпроектного обследования – задачи не попали в итоговый план работ, который был утвержден.

В рамках второго проекта происходила смена персонала, работающего с системой. Процесс начался в конце внедрения и закончился уже после завершения проекта, минимально повлиял на его ход. Но в рамках сопровождения появление нового персонала потребовало повторное проведение части обучения и добавило новые требования к системе.

В рамках проектов не происходили изменения нормативных документов, которые могли бы оказать влияние на процесс.

Обобщенная визуализация угроз устойчивости в рамках проектов внедрения УАТ представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Угрозы устойчивости цифровой трансформации

Угрозы	**Проект 1**	**Проект 2**	**Проект 3**
Технические проблемы	+	+	+
Человеческий фактор	+	+	–
Смена персонала	–	+	–
Изменение нормативных документов	–	–	–

Риски устойчивости

К рискам устойчивости можно отнести:

- Неполный список требований
- Оптимистичная оценка сроков
- Изменение требований
- Квалификация и опыт исполняющего персонала
- Отношение персонала к трансформации
- Отношения между персоналом предприятия и персоналом, производящим трансформацию

Во всех трех проектах возникли проблемы из-за неполного списка требований, который дополнялся уже в процессе цифровой трансформации.

Время, затраченное на реализацию проектов, значительно превышало изначально запланированное. Основными причинами в аналитических записках обозначены малый опыт исполнителей и задержки, длительное принятие решений со стороны предприятий, то есть данные факторы не были учтены при изначальной оценке времени.

В проектах менялись требования – в процессе внедрения было выяснено, что часть требований были не точными или не корректно сформированными, из-за чего менялся состав работ и сроки.

Вследствие небольшого опыта исполнителей внесение изменений в требования и часть запланированных задач потребовали значительных временных затрат и задействования дополнительного персонала.

Персонал всех предприятий нейтрально или положительно относился к цифровой трансформации, шел на контакт, давал обратную связь и не противодействовал. В данной области проблем не возникло.

В двух проектах не получилось выстроить партнерские отношения между сотрудником предприятия и исполнителем, терялась эффективность взаимодействий. Для разрешения ситуации были изменены исполнители, занимавшиеся взаимодействием.

Обобщенная визуализация рисков устойчивости в рамках проектов внедрения УАТ представлена в Таблице 3.

Таблица 3 – Риски устойчивости цифровой трансформации

Риски	Проект 1	Проект 2	Проект 3
Неполный список требований	+	+	+
Оптимистичная оценка сроков	+	+	+
Изменение требований	+	+	+
Квалификация и опыт исполняющего персонала	+	+	+
Отношение к цифровой трансформации	–	–	–
Отношения между персоналом	+	+	–

Выводы

В результате анализа были определены бизнес процессы цифровой трансформации предприятий автотранспорта при внедрении решения 1С: Управление автотранспортом, а также факторы, угрозы и риски их устойчивости.

В будущем анализ следует дополнить данными новых проектов.

На основе анализа и полученных данных планируется провести выбор методов оценки устойчивости бизнес процессов цифровой трансформации предприятий автотранспорта.

Библиографический список:

1. Указ Президента РФ от 30 марта 2022 г. N 166 "О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации" – Url: https://base.garant.ru/403784114/ – Дата обращения: 15.02.2025

2. Постановление Правительства РФ от 22 августа 2022 г. N 1478 "Об утверждении требований к программному обеспечению, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, используемому органами государственной власти, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, Правил согласования закупок иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях его использования заказчиками ..." – Url: https://base.garant.ru/405203739/ – Дата обращения: 15.02.2025

3. Приказ Минцифры России от 18.01.2023 N 21 "Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения, в том числе на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, и о реализации мер, направленных на ускоренный переход органов государственной власти и организаций на использование российского программного обеспечения в Российской Федерации" – Url: https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintsifry-rossii-ot-18012023-n-21-ob-utverzhdenii/ – Дата обращения: 15.02.2025

4. ГОСТ Р 57193—2016 Системная и программная инженерия ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ [Текст] – Взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288—2005; Введ. 2016-10-31. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 98 с.

5. Темников, А. Современные подходы к определению термина «Цифровая трансформация», 2023. – Url: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-opredeleniyu-termina-tsifrovaya-transformatsiya/viewer – Дата обращения: 19.01.2025

6. Обзор рынка российского ПО 2025: системы ERP, MES, СЭД и ВКС – Url: https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=183259 – Дата обращения: 08.03.2025
7. Достижения и проблемы «1С»: причины, конкуренция, перспективы – https://dzen.ru/a/ZNX8hJgnyX8bXAMP – Дата обращения: 08.03.2025
8. 1С на коне – https://www.comnews.ru/content/221341/2022-07-27/2022-w30/1s-kone – Дата обращения: 08.03.2025

УДК 004.89:519.876

Анализ тональности новостей и их влияние на фондовый рынок / Analysis of the news tone and impact on the stock market

Попов М. В. / Popov M. V.
Научный руководитель - Рочев К. В. / Rochev K.V.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия / Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

Введение

Исследования показывают, что 70% новостей о компаниях и события в экономике могут существенно повлиять на их акции.

Особенно чувствительны рынки к неожиданным изменениям в финансовых отчетах, слияниям и поглощениям, а также макроэкономическим данным. Например, публикация квартальной отчетности или заявления регуляторов часто вызывают резкие колебания котировок. Трейдеры и инвесторы, использующие анализ новостей, могут быстрее реагировать на рыночные тренды, извлекая выгоду из краткосрочных и долгосрочных изменений.

Анализ тональности текста (англ. sentiment analysis, opinion mining) — класс методов в компьютерной лингвистике, предназначенный для автоматизированного выявления в текстах эмоционально окрашенной лексики и эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идёт в тексте. Эмоциональная окраска, выраженная в тексте, также называется тональностью текста.

В данной статье задача анализа тональности будет решаться на уровне документа – новостного сообщения. При таком анализе ставится цель определить, какую тональность в целом – положительную, отрицательную (негативную) или нейтральную (отсутствие сентимента) несет документ для компаний российского фондового рынка.

Цели и задачи

Использование нейросетевой модели для определения тональности новостей, их влияние на фондовый рынок и краткосрочного прогнозирования направления движения вектора ценной бумаги. Ожидаемый результат – оценка тональности с точностью около 70-80%, как правило, наблюдаемой при анализе естественного языка.

Методы определения эмоциональной окраски новостных сообщений

1. Лексические или словарные методы

Это один из самых доступных и прозрачных подходов к анализу тональности текста. В данном методе используются готовые словари сентимента (SentiWordNet, AFINN, LIWC). Оценка текста выполняется по ключевым словам с эмоциональной окраской. Примером может послужить новость со словами «прибыль», «рост», «успех», которая указывает на позитивный тон.

2. Машинное обучение

Машинное обучение открывает новые возможности для анализа тональности, преодолевая ограничения лексических методов. В отличие от словарных подходов, модели машинного обучения учатся распознавать эмоциональную окраску на основе размеченных данных, учитывая сложные языковые паттерны.

Модель анализирует не только отдельные слова, но и их сочетания, например, «резкий рост» и «рост инфляции», части речи, эмотивные слова.

Классические алгоритмы машинного обучения:

SVM (Support Vector Machines) - это мощный алгоритм машинного обучения, особенно эффективный для задач классификации, включая анализ текста. SVM ищет оптимальную гиперплоскость, разделяющую данные с максимальным зазором (margin), что делает его устойчивым к переобучению и хорошо работающим даже в высокоразмерных пространствах.

Random Forest - это ансамблевый метод машинного обучения, который эффективно работает как с числовыми, так и с категориальными данными. Однако для анализа текста его применение требует дополнительных шагов, так как текст — это неструктурированные данные.

Нейронные сети (промежуточный уровень сложности) - один из самых мощных инструментов для обработки естественного языка (NLP). Они позволяют учитывать сложные зависимости в данных, включая семантику, контекст и последовательности слов. Также учитывают последовательности слов и хорошо работают с контекстом в предложениях

3. Глубокое обучение

Глубокое обучение, и особенно трансформерные архитектуры, совершили революцию в обработке естественного языка. Эти модели превосходят традиционные методы благодаря своей способности анализировать контекст и выявлять сложные языковые зависимости.

Ключевые модели глубокого обучения:

BERT (Bidirectional Encoder Representations) - анализирует текст в двух направлениях, учитывая полный контекст каждого слова. Например, рассмотрим фразу «Компания избежала краха». В соответствии с традиционным методом первоначально идет акцент на слове «крах», т.е. негативная тональность, но BERT понимает, что «Компания избежала» и меняет тональность на позитивную.

GPT (Generative Pre-trained Transformer) - особенно эффективен для длинных текстов и анализа нарративов. Может генерировать обобщающие выводы по массиву новостей

RoBERTa и FinBERT - оптимизированные версии BERT с усиленным обучением. Лучше справляются со специфической лексикой финансовых рынков.

4. Гибридные методы

Гибридные методы объединяют лучшие черты разных технологий, создавая мощные системы анализа тональности. Особенно они востребованы в специализированных областях, таких как финансовые рынки, где важны и точность, и предметная экспертиза.

Гибридный подход состоит из комбинации машинного обучения, лексических правил, онтологии и доменные знания.

5. Мультимодальный анализ

Современные новости — это сложный синтез текста, изображений и инфографики. Традиционные методы, анализирующие только текст, упускают до 40% значимой информации. Мультимодальный подход позволяет получить полноценную картину эмоционального воздействия контента.

Ключевые компоненты анализа: текстовая составляющая (анализ заголовков, основного текста, подписей к изображениям, использование BERT, FinBERT моделей для углубленного анализа текста), визуальная информация (фотографии/иллюстрации, распознавание эмоций на лицах, анализ цветовой гаммы, графики и диаграммы, интерпретация трендов (резкие спады против плавного роста), распознавание аннотаций и пометок), метаданные (расположение элементов на странице, соотношение текст/изображение).

Нейросеть используемая в исследовании

В данной статье будем рассматривать работу с нейросетью DeepSeek это китайская нейросеть с открытым исходным кодом, созданная компанией High-Flyer.

Основные возможности DeepSeek:

— Генерация и понимание текста. DeepSeek может генерировать статьи, эссе, рассказы и другие виды текстов, адаптироваться к заданному стилю и тону;

— Анализ и обобщение информации. Модель способна обрабатывать большие объёмы текста, выделять ключевые моменты и предоставлять краткие резюме;

— Программирование и разработка кода;

— Поиск и анализ данных. Модель может искать актуальные данные в интернете, предоставлять свежую информацию;

— Логические рассуждения. DeepSeek поддерживает режим DeepThink, в котором может вести глубокие рассуждения, объяснять логику своего ответа.

Методология исследования

Рассмотрим, как это работает – проанализируем ряд статей на основании сформированного датасета открытых СМИ (в частности принимаем - Финам). В качестве предметной области выберем статьи фондового рынка, экономического и политического характера, отчетность публичных компаний, что будет в дальнейшем использовано для реализации автоматического определения направления движения рынка. Движение рынка будем оценивать с помощью индекса Московской биржи, как бенчмарк наиболее широко охватывающим российский фондовый рынок. В рамках проведенной работы. рассматриваются новостные сообщения и котировки индекса Московкой биржи за период с 17.03.2025 по 24.03.2025, выборка статей производится автоматическим парсером.

Для каждой позиции датасета указывается следующая информация:

— дата и время публикации статьи;

— заголовок;

— тело статьи;

— тональность.

Эти данные предоставляют нам богатый источник информации для глубокого анализа тональности, позволяя классифицировать статьи на положительные, отрицательные и нейтральные.

Тональность каждой статьи определим, передав сформированный запрос в нейросеть Deepseek в автоматическом режиме посредством API, с указанием диапазона оценки от отрицательной к положительной в пределах от «-1» до «+1», где: «-1» - отрицательная оценка, «0» – нейтральная оценка, «1» – положительная оценка. Полученная оценка записывается в базу данных с привязкой к анализированной статье. Тональность статей в датасете выборочно сравниваем с субъективным мнением авторов. В дальнейшем, используя обученную модель выполним прогноз движения индекса Московской биржи.

Deepseek при определении тональности применяет гибридную методику, включающую лексико-статический анализ (ключевые слова и контекстные маркеры), оценку модальности высказываний автора, финансовые индикаторы в тексте.

Определение влияния новостного фона (с рассчитанной тональностью) на индекс Московской биржи (далее – Индекс) выполним путем сравнения прогнозных значений Индекса, выполненных нейросетью Deepseek.

Для этого проведем два прогнозирования Индекса. В первом случае в нейросеть Deepseek передаем датасет исторических данных котировок Индекса.

Во втором случае в ту же нейросеть Deepseek передаем второй датасет с историческими данными котировок индекса и новостных заголовков с ранее определенной тональностью. Горизонт прогнозирования – 1 час, например, для получения индекса на 11:00 в датасете включены новости до 10:00:00 включительно и т.д. для каждого прогнозируемого времени.

Рисунок 1 – Схема прогнозирования Индекса

На выходе двух исследований получаем результаты прогнозов котировок нейронной сети.
Пример с данными датасета представлен в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Дата и время	Заголовок	Текст новости	Тональность
192	17.03.25 13:19	ФАС призывает торговые сети ограничить наценки на продукты	Федеральная антимонопольная служба (ФАС) России обратилась к крупнейшим торговым сетям с предложением присоединиться к инициативе по добровольному ограничению наценок на продовольственные товары. Ранее некоторые сети не приняли на себя эти обязательства, и теперь им предлагается пересмотреть свою позицию, сказано в сообщении ведомства...	0
193	17.03.25 13:13	Чистая прибыль «Лензолото» по РСБУ за 2024 год упала в 2 раза	Чистая прибыль «Лензолото» по РСБУ за 2024 год составила 48,1 млн рублей, снизившись относительно результата предыдущего года в 2,2 раза, следует из отчетности компании. Показатели выручки за 2024 год компания не раскрыла. В 2023 году выручка составила 71 тыс. рублей. Убыток от продаж в отчетном году составил 37,05 млн рублей против убытка в размере 10,67 млн рублей годом ранее. Прибыль до налогообложения снизилась на 27,6% до 97,7 млн рублей.	-1

Результаты прогнозирования нейронной сети

Сравнительная таблица котировок, в которой присутствуют фактические котировки и прогнозные на основании двух рассчитанных моделей представлены в таблице 2.

Результаты показали наличие положительного влияния новостного фона на точность прогнозных значений.

Прогноз только на исторических данных, по средней медианной отклонения превысил фактическое значение на 1,549%, в то время как прогноз с учетом новостного фона превысил фактическое значение на 1,127%, что меньше первой модели.

Для фондовых индексов погрешность в 3% является хорошим результатом, в то время как ошибка менее 1% считается отличным результатом.

Заключение

Проведенное исследование показало, что анализ тональности новостей – это не просто академическое упражнение, а реальный рабочий инструмент для финансовых аналитиков и трейдеров.

Результаты исследования показывают:

1. Качественный скачок в прогнозировании

Использование гибридной методики на базе нейросети Deepseek позволило нам добиться снижения ошибки прогноза индекса Мосбиржи, относительно традиционных методов, работающих только с историческими данными.

2. Практическую значимость

Таблица 2

Дата	Время	Индекс Московской биржи			Ошибка	
		Факт	Прогноз на основе ИД	Прогноз на основе ИД с новостным фоном	Прогноз на основе ИД	Прогноз на основе ИД с новостным фоном
24.03.2025	9:00	3199,48	3200	3208,7	0,016%	0,288%
24.03.2025	10:00	3187,11	3210	3215	0,715%	0,872%
24.03.2025	11:00	3184,31	3215	3219,8	0,959%	1,109%
24.03.2025	12:00	3186,51	3220	3215,6	1,047%	0,909%
24.03.2025	13:00	3178,29	3225	3230	1,460%	1,616%
24.03.2025	14:00	3177,57	3230	3210	1,639%	1,014%
24.03.2025	15:00	3180,04	3235	3220	1,718%	1,249%
24.03.2025	16:00	3173,37	3240	3210	2,083%	1,145%
24.03.2025	17:00	3178,31	3245	3220	2,084%	1,303%
24.03.2025	18:00	3178,66	3250	3232	2,230%	1,667%
Среднее медианное отклонение:					**1,549%**	**1,127%**

Высокая точность прогноза с учетом новостного фона может быть использована трейдерами и в дальнейшем при увеличении масштаба прогнозов – для долгосрочного прогнозирования.

Перспективы развития

Сейчас наша модель показывает хорошие результаты, но это только начало. Абсолютно точно впереди возникнут сложности, которые увеличат расхождения, но для исключения этих факторов необходимо улучшать модель.

В первую очередь необходимо акцентировать внимание на:

1. Макроэкономическом контексте:
— Интеграция данных о курсе рубля, ключевой ставке ЦБ и инфляции
— Пример: Новость о снижении ставки ЦБ может нейтрализовать негатив в корпоративных отчетах
2. Фундаментальных показателях компаний:
— Добавление P/E, EBITDA, долговой нагрузки в анализ
— В результате получим различие между "дешевый актив" и "компания в кризисе"
3. Межрыночных корреляций:
— Учет связи с нефтяными ценами (Brent) и валютным рынком (USD/RUB)
— Так, падение нефти является негативом для всего сырьевого сектора Мосбиржи
4. Отраслевых особенностях:
— Разные веса тональности для IT, финансов, ТЭК
— Например для ритейла «падение маржи» критичнее, чем для нефтяников
5. Социальные сигналы
— Анализ комментариев инвесторов в соцсетях и на форумах.

Библиографический список:

1. Боровская Е.В., Давыдова Н.А. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие. Москва. БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2010.
2. Нешина К.С. Прогнозирование стоимости акций на основе нейросетевых моделей. Томск. – 2022.
3. Федорова Е.А., Рогов О.Ю., Ключников В.А. Влияние новостей на индекс нефтегазовой отрасли ММВБ: текстовый анализ. Москва. – 2018.
4. Васяева Т. А. Прогнозирование финансовых временных рядов с помощью нейронных сетей с использованием библиотеки Kerns в Python / Т. А. Васяева, Т. В. Мартыненко, Н. С. Суббота // Информатика и кибернетика. – 2019.
5. Гончар А. Прогнозирование финансовых временных рядов с MLP в Keras https://habr.com/ru/articles/327022/ (07.04.2025).

УДК 338.2

Цифровая экономика: состояние и перспективы развития

Головина К. К., Седова С. А., Ермолов О. С.
Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта, Россия

В современном мире наблюдается стремительное развитие цифровых технологий, которые существенно влияют на все сферы жизни общества, включая экономику. Одним из ключевых направлений является переход к экономике, основанной на использовании цифровых инструментов в офисной работе.

Актуальность темы обусловлена ростом цифровизации экономики и трансформацией офисной работы, что меняет традиционные подходы в управлении и организации труда. Меняются требования к сотрудникам на рынке труда.

Пандемия COVID-19 ускорила переход на удалённую работу и развитие цифровых технологий, требуя изучения перспектив цифровой экономики и адаптации бизнес-моделей к новым реалиям.

В научной литературе закрепилось понятие цифровой экономики как системы социально-экономических отношений, нацеленной на повышение эффективности и конкурентоспособности экономики. Она охватывает сферу общественной жизни, производства, бизнеса, науки и домохозяйства [2, с. 16].

Цифровая экономика совмещает традиционные бизнес-процессы с цифровыми технологиями, что изменяет способы ведения бизнеса и взаимодействия с клиентами. Такой переход происходит за счет следующих факторов [3, с. 157]:

1. Цифровизация процессов. Онлайн платформы, такие как Amazon, Авито, Ozon, WB, позволяют компаниям и частным лицам продавать товары и услуги через интернет; использование apple и google pay значительно упрощают платеж за товар; а использование GPS для отслеживания грузов облегчает работу компаний.

2. Автоматизация. Использование программ для автоматизации документооборота (1С, microsoft), обработки заявок (salesforse, битрикс24), управления задачами (trello, asana).

3. Удалённая работа и гибкость. Использование платформ для видеоконференций (zoom, googlemeat, discord).

4. Подход к управлению данными. Системы для управления электронными документами (DocuWare, СБИС, 1С), хранение данных и работа с документами в облачных сервисах (Google Drive, Dropbox, OneDrive), аналитика больших объемов данных (Hadoop, Apache Spark).

5. Инновации и адаптивность. Платежи через apple и google pay или онлайн обучение и VR (Zoom, Udemy).

Таким образом, переход от традиционной экономики к цифровой приносит огромные преимущества, облегчая работу компаний и повышая ее эффективность, также она улучшает качество жизни населения.

Анализ доли цифровой экономики в ВВП, объема рынка электронной коммерции, количество интернет пользователей, а также ключевых игроков по некоторым странам (таблица 1) помогает выявить лидеров и «отстающих» в развитии цифровой экономики.

Из приведенных данных видно, что Китай занимает лидирующие позиции с долей цифровой экономики в ВВП равной 40%, однако количество пользователей всего 75%, что свидетельствует о высокой степени интеграции технологий в экономику, но неполное принятие цифровизации населением страны.

США занимает вторую строчку с долей цифровой экономики 10% и 95% интернет-пользователей, что отражает заинтересованность населения в интеграции технологий в экономику.

В России самая низкая доля цифровой экономики в ВВП - 6%, что связано с поздним стартом цифровизации и сильной зависимостью от сырьевого сектора (нефть, газ, металлы). Однако, с 85% интернет-пользователей в стране, Россия имеет огромный потенциал для роста в области цифровой экономики.

В современном мире информационные технологии играют ключевую роль в формировании и развитии цифровой экономики. Они становятся основой для создания новых бизнес-моделей, оптимизации процессов и повышения эффективности работы компаний.

На графиках (рисунок 1) представлена численность компаний, использующих цифровые платформы и инструменты. Все данные взяты за 2023 год. Можно заметить большой разрыв между отечественными продуктами и зарубежными. Это связано с ограниченным доступом российских товаров и продуктов за границу.

Согласно исследованию Global Workplace Analytics, с 2005 года число сотрудников, которые полностью или частично работают из дома, выросло на 159%. Удалённая работа стала более распространённой в связи с пандемией COVID-19, и тренд на гибридный и удалённый формат работы продолжат развиваться.

Цифровые платформы и инструменты стали неотъемлемой частью современной офисной работы, повышая её эффективность.

Мы провели работу по выявлению текущих тенденций и особенности развития цифровой экономики. Результаты нашего исследования были скомпонованы в аналитическую таблицу, которую вы можете видеть на слайде.

Таблица 1 – Цифровая экономика по странам

Страна	Доля цифровой экономики в ВВП	Объем рынка электронной коммерции	Количество интернет-пользователей	Ключевые игроки
Китай	~40%	>$2 трлн	~1,05 млрд (75% населения)	Alibaba, Tencent, JD.com, Baidu
США	~10%	>$1 трлн	~95% населения	Amazon, Google, Apple, Microsoft, Meta
Индия	~8-10%	~$100 млрд	~900 млн (65% населения)	Reliance Jio, Flipkart, Paytm
Япония	~7-8%	~$200 млрд	~95% населения	Rakuten, SoftBank, Sony
Европейский Союз	~6-8% в среднем по ЕС)	~$700 млрд	~90% населения	SAP, Spotify, Zalando
Россия	~5-6%	~$50 млрд	~85% населения	Яндекс, Wildberries, Ozon, Сбер

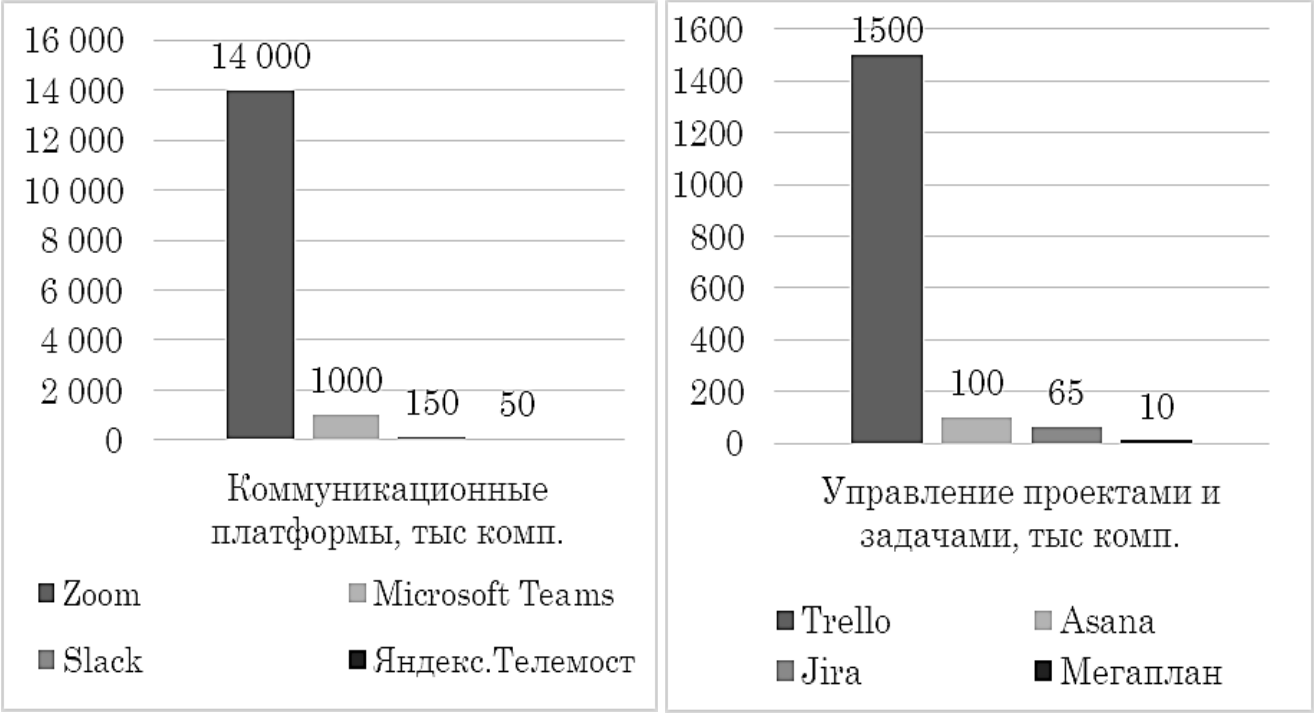


Рисунок 1 - Количество компаний, использующих цифровые платформы и инструменты

По данным сайта HeadHunter в 2022 году спрос на IT-специалистов в России вырос на 30%, а средняя зарплата IT-специалистов в Москве — 150–200 тыс. рублей в месяц.

РБК утверждает, что 45% российских компаний перешли на гибридный формат работы, и что 15% IT-специалистов в России работают на зарубежные компании.

Минпромторг заявляет, что внедрение роботов на производстве выросло на 15% в 2022 году, т.е. автоматизация стала более востребована для решения рутинных задач на предприятии.

А компания Deloitte выявила, что 60% российских компаний внедрили ключевые показатели эффективности (KPI) для оценки эффективности сотрудников, т.е. корпоративная культура стала делать упор на результат.

Для успешной адаптации (таблица 2) к изменениям сотрудникам необходимо постоянно развивать свои навыки, а компаниям — инвестировать в цифровые технологии, корпоративную культуру и обучение сотрудников.

Таблица 2 – Текущие тенденции и особенности развития офисно-цифровой экономики

Аспект	Влияние на рынок труда в России	Требования к квалификации сотрудников	Статистические данные/примеры
Структура занятости	**Рост спроса на IT-специалистов**, аналитиков данных, разработчиков ПО.	Высокая цифровая грамотность, знание программирования, аналитических инструментов.	В 2022 году спрос на IT-специалистов в России вырос на 30% (HeadHunter, 2023).
Форматы работы	**Рост удалённой и гибридной занятости**, особенно в крупных городах.	Навыки самоорганизации, тайм-менеджмента, работы в цифровой среде.	45% российских компаний перешли на гибридный формат работы (РБК, 2023).
Автоматизация	**Замена рутинных задач машинами и алгоритмами**, особенно в производстве и логистике.	Навыки работы с AI, машинным обучением, автоматизированными системами.	Внедрение роботов на производстве выросло на 15% в 2022 году (Минпромторг, 2023).
Корпоративная культура	**Упор на результат**, а не на количество часов.	Развитие soft skills: коммуникация, критическое мышление, эмоциональный интеллект.	60% российских компаний внедрили KPI для оценки эффективности сотрудников (Deloitte, 2023).
Заработная плата	**Рост доходов высококвалифицированных специалистов**.	Углублённые знания в узких областях (AI, Big Data, кибербезопасность).	Средняя зарплата IT-специалистов в Москве — 150–200 тыс. рублей в месяц (HeadHunter, 2023).
Глобализация рынка труда	Рост числа российских специалистов, **работающих на международные компании удалённо**.	Умение работать в международных командах, знание английского языка и глобальных стандартов.	15% IT-специалистов в России работают на зарубежные компании (РБК, 2023).

Ключевые факторы, влияющие на развитие цифровой экономики, можно разделить на несколько категорий: технологические, экономические, социальные и политические факторы [4, с. 56].

К Технологическим факторам относятся:

1. Цифровизация процессов – внедрение цифровых технологий в управление, коммуникации и производственные процессы.

2. Развитие облачных технологий – использование облачных платформ для хранения данных, обработки информации и совместной работы.

3. Искусственный интеллект и автоматизация – применение AI для оптимизации задач, анализа данных и принятия решений.

К Экономическим факторам относятся:

1. Глобализация рынков – расширение возможностей для международного сотрудничества и выхода на новые рынки.

2. Инвестиции в инновации – поддержка со стороны государства и частного сектора в развитие цифровой инфраструктуры.

3. Экономическая эффективность – сокращение издержек за счет автоматизации и оптимизации процессов.

Социальные факторы включают:

1. Изменение трудовой культуры – рост популярности удаленной работы и гибкого графика.

2. Цифровую грамотность – повышение уровня знаний и навыков сотрудников в области цифровых технологий.

Политические включают:

1. Государственную поддержку – разработка стратегий и программ для развития цифровой экономики.

2. Нормативно-правовую базу – создание законов и стандартов, регулирующих цифровую деятельность.

3. Международное сотрудничество – участие в глобальных инициативах и стандартизация процессов.

Причины, которые оказывают воздействие на рынок труда:

1. Изменение структуры профессий: рост спроса на IT-специалистов и появление новых профессий (менеджеры по цифровой трансформации, специалисты по работе с крупными массивами разнообразной информации и по работе с виртуальной реальностью), что полностью подтверждается данными на рисунке 2.

2. Гибкость и удалённая работа: цифровая экономика меняет географические ограничения, компании предлагают гибкие условия труда.

3. Требования к навыкам повышаются и основной упор идет на цифровую грамотность и способность работника к самообучению. креативность, критическое мышление, коммуникация, эмоциональный интеллект становятся все более востребованы в условиях цифровой экономики.

4. Глобализация рынка труда: увеличение популярности удалённых сотрудников и фрилансеров меняет традиционные модели занятости.

Факторы, влияющие на образование:

1. Трансформация образовательных программ. Происходит акцент на цифровые навыки, а также образование становится более гибким, сочетая технические и гуманитарные дисциплины для подготовки специалистов широкого профиля.

2. Онлайн-образование и микрообучение (рисунок 2) предоставляют доступ к знаниям из любой точки мира, делая образование более доступным.

3. Обучение на протяжении всей жизни (lifelong learning). Сотрудники должны постоянно обновлять свои знания и навыки.

4.Использование новых технологий в образовании, такие как виртуальная и дополненная реальность. Они применяются для создания интерактивного опыта в обучении.

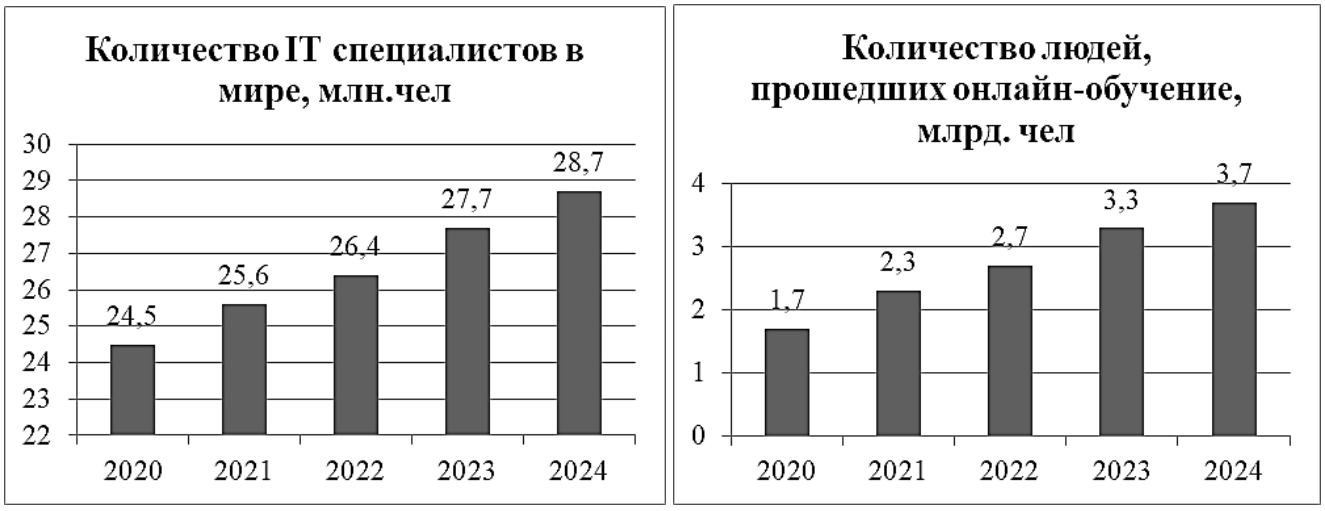


Рисунок 2 – Анализ статистических данных, связанных с факторами, влияющими на образование и рынок труда (по данным Statista)

Развитие удалённой работы и гибридных форматов стало одним из ключевых трендов в современной экономике, особенно после пандемии COVID. В ходе работы мы оценили и поместили на слайд перспективы развития цифровой экономики на ближайшие годы [1, с. 39].

1.Рост популярности гибридных форматов

- Снижение затрат на офисные пространства.
- Увеличение продуктивности: гибридный форматы способствуют повышению удовлетворённости сотрудников и повышения их эффективности.

2.Технологическое обеспечения удалённой работы

- Развитие цифровых платформ: такие как видеоконференции (Zoom, Microsoft Teams), облачные сервисы (Google Workspace, Microsoft 365) и платформы для управления проектами (Trello, Asana).

3. Глобализация трудовых рынков

- Компании смогут нанимать специалистов из любой точки мира, что расширит возможности для поиска высококвалифицированных кадров.

4. Социальные и культурные изменений

- Баланс работы и личной жизни и развитие навыков самоорганизации

5. Экономические и экологические последствий

- Снижение затрат на логистику: Удалённая работа сократит расходы на транспорт и командировки, что положительно скажется на бюджетах компаний.
- Экологический эффект: А сокращение числа поездок на работу снизит углеродный след, что соответствует трендам устойчивого развития.

К 2030 году удалённая работа и гибридные форматы станут стандартом для большинства отраслей, за исключением тех, где требуется физическое присутствие. Компании будут предлагать сотрудникам индивидуальные условия работы, учитывая их предпочтения и потребности. Удалённая работа и гибридные форматы станут неотъемлемой частью будущего труда.

Несмотря на свои преимущества цифровая экономика, также несёт в себе ряд рисков и вызовов. Эти проблемы могут затрагивать как отдельные компании, так и общество в целом [5, с. 108].

Кибербезопасность и защита данных: с ростом цифровой информации увеличиваются риски утечек данных и кибератак.

Социальные и экономические неравенства: не все регионы и социальные группы имеют равный доступ к интернету, цифровым устройствам и образованию, что может усилить расслоение и увеличить безработицу из-за автоматизации.

Проблемы управления и организационные вызовы: отсутствие личного контакта снижает вовлечённость и затрудняет коммуникацию. Удалённая работа может ослабить лояльность сотрудников.

Технологические риски: зависимость от технологий и их быстрое устаревание, а также этические вопросы использования AI человеком.

Экономические риски: высокие затраты на внедрение технологий.

Психологические и социальные последствия: выгорание, изоляция, размытие границ между работой и личной жизнью.

Минимизировать эти риски можно путем

1. Инвестиции в кибербезопасность: Разработки и внедрения современных систем защиты данных.
2. Поддержка образования и переподготовки: Создания программ для обучения сотрудников новым навыкам.
3. Развитие инфраструктуры: Обеспечения доступа к интернету и цифровым технологиям в отдалённых регионах.
4. Гибкость и адаптивность: Постоянным обновлением бизнес-процессов для соответствия меняющимся условиям.
5. Проведением психологических семинаров для сотрудников удаленки.

Мы изучили данные цифровой экономики в контексте мира и сформировали рекомендации для интенсификации цифровой экономики в России. Ниже приведены рекомендации, которые помогут максимизировать преимущества цифровой трансформации и минимизировать связанные с ней риски.

Рекомендации для бизнеса:

1. Инвестиции в цифровую инфраструктуру:

- Внедрение облачных технологий, современных платформ для удалённой работы и инструментов автоматизации.
- Обеспечение надёжной кибербезопасности для защиты данных и корпоративных систем.

2. Развитие цифровых навыков сотрудников

- Организация программ обучения и переподготовки для повышения цифровой грамотности.
- Внедрение корпоративных курсов по работе с новыми технологиями (AI, Big Data)

3. Гибкие форматы работы. Разработка гибридных моделей работы, сочетающих удалённый и офисный форматы.

4. Внедрение аналитических инструментов для обработки больших данных и прогнозирования.

5. Партнёрство с университетами и образовательными платформами для подготовки кадров, соответствующих требованиям рынка.

Рекомендации для государства:

1. Развитие цифровой инфраструктуры

- Инвестиции в расширение доступа к высокоскоростному интернету, особенно в отдалённых и сельских регионах.
- Поддержка развития 5G-сетей и других современных технологий связи.

2. Поддержка образования и переподготовки.

- Финансирование программ по повышению цифровой грамотности населения.
- Создание национальных программ переподготовки для работников, чьи профессии исчезают из-за автоматизации.

3. Стимулирование инноваций: предоставление грантов, налоговых льгот и других мер поддержки для стартапов и компаний, внедряющих цифровые технологии.

4. Кибербезопасность и защита данных. Создание центров мониторинга и предотвращения кибератак.

5. Поддержка малого и среднего бизнеса: предоставление финансовой и консультационной поддержки МСБ для внедрения цифровых технологий.

6. Международное сотрудничество:

- Участие в международных инициативах по развитию цифровой экономики.
- Поддержка экспорта цифровых услуг и технологий.

Для успешного развития цифровой экономики необходимо тесное взаимодействие между бизнесом и государством. Только совместными усилиями можно обеспечить устойчивое и развитие цифровой экономики, которое принесёт пользу как бизнесу, так и обществу в целом.

Цифровая экономика приобретает все большую важность, изменяя стандарты труда и взаимодействия. Цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, облачные вычисления, большие данные и интернет вещей, делают офисную работу гибкой и эффективной, повышая производительность и снижая издержки.

Цифровая экономика — тренд XXI века. Важно учитывать риски цифровой трансформации и принимать меры для их минимизации, чтобы цифровая экономика стала драйвером прогресса.

Библиографический список:

1. Акимов А.А., Тихонов А.И. Цифровая трансформация: основные тенденции и влияние на систему управления персоналом предприятия // Вестник Академии знаний №38 (3). - Москва: 2020. - С. 36 - 43.

2. Баранов Д.Н. Сущность и содержание категории "Цифровая экономика" // Вестник Московского университета имени С.Ю.Витте. Серия 1. Экономика и управление № 2 (25). - Москва: 2018. - С. 15 - 23.
3. Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики //Вестник международных организаций. Т. 13. № 2. С. 143-172 (на русском и английском языках). DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07.
4. Кровш С. Ф., Франчак А. А. «Роль информационных технологий в формировании цифровой экономики и обеспечении экономической безопасности Российской Федерации» // «Учёные записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии». — 2019. — № 3 (71). — С. 55–59.
5. Паршутина И.Г., Амелина А.В., Филиппова-Глебова А.И. Влияние цифровой трансформации на структуру и модернизацию трудовых ресурсов // Вестник аграрной науки. - Орел: 2024. - С. 105-111.

УДК 681.3

Формирование команды в проекте

Олешкевич В. С.
Научный руководитель – Плюснина О. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Проектный подход сегодня активно внедряется в деятельность организаций в процессе сотрудничества с бизнесом и в совместных проектах. Залог эффективной работы проектов основывается на командной работе, которая способна обеспечить необходимую гибкость, стимулировать творчество и создавать атмосферу сотрудничества и поддержки в команды, что положительно влияет на успех реализации проекта [1].

Команда проекта – это тщательно подобранная и сформированная группа профессионально подготовленных людей, имеющих высокий уровень креативности, необходимые знания и опыт работы, способные учитывать особенности и сложность работы над проектом, а также владеют другими профессиональными навыками и способностями творчески работать вместе.

При этом, эффективная самоуправляемая команда обладает автономией в выполнении работы, контролируя темп, задачи, цели и все необходимое для своевременного и качественного выполнения поставленных задач.

В команде важно, чтобы все члены могли эффективно работать вместе, а это возможно только при четком понимании того, как эмоции могут влиять на групповую динамику. Этот тип работы требует большого доверия, сотрудничества, ответственности, тайм-менеджмента, баланса, эмоционального интеллекта и расширения прав и возможностей с целью того, чтобы члены команды могли самостоятельно принимать решения и выбирать способы решения текущих задач [2].

Интерес к эмоциональному интеллекту и другим навыкам эффективной работы в команде обусловлен широко распространенным признанием того, что эти навыки отличают более успешных профессионалов. Есть практические навыки, которые представляют собой специфические технические знания, которые важны для выполнения работы, но не менее важны и нематериальные навыки, такие как коммуникативность и критическое мышление.

Когда сотрудники чувствуют сопричастность к своей работе, имея возможность самоуправления, они активно вовлекаются в процесс непрерывного совершенствования, тем самым развивая присущие им таланты и навыки. Участие членов команды в процессе принятия решений становится все более распространенной практикой в бизнес-организациях [3].

Без четкого представления о том, какие таланты и навыки необходимы для повышения эффективности команды, определение методов развития команды может быть затруднено. Это может привести к ограничению возможностей профессионального развития персонала компании, которое может ограничить эффективность реализации проекта.

Успех раскрытия и управления талантами и навыками в команде тесно связан с тем, насколько хорошо разработана система их выявления и раскрытия, учитывающая взаимодействие как на микро, так и на макроуровне в различных контекстах, влияющих на компанию. Развитие талантов и навыков предполагает использование имеющихся талантов и навыков для приобретения, сохранения и применения как явных знаний, так и неявных или потенциальных возможностей в определенной области. Эти знания могут быть использованы для эффективного выявления и решения существующих проблем и поиска альтернатив.

При этом, личность характеризуется также присущими ей навыками. Коммуникационные навыки необходимы для эффективного обмена информацией, а также для обеспечения четкого и лаконичного общения внутри команды проекта. Навыки межличностного общения позволяют участникам команды эффективно выстраивать позитивные отношения, сотрудничать и разрешать конфликты. Навыки эмоционального интеллекта помогают в понимании эмоций и управлении ими, развитии эмпатии и создании благоприятной рабочей среды. Управленческие навыки включают в себя целый ряд компетенций, таких как планирование, организация и принятие решений, которые позволяют команде эффективно распределять ресурсы и достигать целей [4].

Для определения должности или позиции в команде, используются компетентностный подход. Компетенции описывают способности и поведение, необходимые людям для достижения успеха. Они могут включать в себя как основные, так и второстепенные характеристики, такие как коммуникабельность, умение решать проблемы и лидерские качества, а также технические навыки, такие как программирование или анализ данных. Наконец, навыки командообразования имеют решающее значение для создания сплоченной и мотивированной команды, содействия сотрудничеству, доверию и общему видению направления развития.

Навыки решения новых и необычных задачи, наряду с социальными и специальными знаниями влияют на результаты деятельности в составе команды по эффективному решению поставленных задач и обеспечению высокой производительности. Факторы формирования и развития характеристик членов команды заключаются в имеющемся карьерном опыте и влиянии окружающей среды. Профессиональный опыт включает в себя также опыт обучения и наставничества, приобретенный в ходе работы, в то время как влияние окружающей среды включает факторы, которые находятся вне контроля индивида, но влияют на его развитие [5].

Развитие членов команды для эффективной работы в команде возможно посредством коучинга и формирования следующих компетенций:

1) Технологическая компетентность, которая определяется как способность эффективно создавать и использовать технологии, приобретаемые в результате опыта и обучения.

2) Самостоятельность при выполнении задач в команде.

3) Автономия, которая определяется как обладание свободой действий и самоконтроль при принятии решений.

4) Коллективная или демократическая составляющая в командной работе, а также готовность сотрудничать с другими командами в совместных проектах.

В работе [6], на основе 13 тематических исследований была определена эффективность работы Agile команды как совокупность удовлетворенности заинтересованных сторон и морального состояния команды. Моральное состояние команды концептуально схоже с удовлетворенностью работой, но опирается на позитивную психологию, подчеркивающую мотивационное качество выполнения работы в составе команды [7]. Таким образом, в результате проведенного анализа выявлены следующие факторы, определяющие эффективность работы команды:

1. Оперативность отражает способность команд быстро реагировать на возникающие потребности и требования заинтересованных сторон. К процессам более низкого порядка для данного факторов относятся частота выпуска продуктов, автоматизация выпуска и доработка проектов.

2. Заинтересованность сторон отражает, в какой степени команды понимают, что важно для их контрагентов. Процессы более низкого порядка для данного фактора включают в себя сотрудничество с заинтересованными сторонами, общие цели, качество анализа результатов работы над проектом.

3. Непрерывное совершенствование, который отражает степень вовлеченности команд в процесс развития и их уверенность в том, что оно эффективно. Данный фактор состоит из процессов более низкого порядка, таких как психологическая безопасность, забота о качестве разрабатываемого продукта, совместное обучение, использование показателей эффективности и командной среды.

4. Автономия команды отражает возможность команд самостоятельно управлять своей работой. Она включает в себя процессы самоуправления и кросс-функциональности команд.

5. Поддержка команды со стороны руководства определяет возможность эффективной работы по созданию или расширению функционала разрабатываемого программного продукта.

Гибкое формирование команды в проекте – это динамичная платформа по обеспечению адаптивности, итеративного развития и быстрого реагирования команды на изменения. Изначально разработанные для улучшения процессов разработки программного обеспечения, принципы Agile в настоящее время широко применяются в различных отраслях, способствуя более эффективному выполнению проектов [6]. Основные принципы Agile включают в себя:

Поэтапную разработку командой проекта. Разбивая проекты на более короткие итерации, команды могут быстро создавать функциональные компоненты или функции, что позволяет получать немедленную обратную связь и вносить коррективы на основе результатов тестирования пользователями и участия заинтересованных сторон.

Адаптивное планирование деятельности команды. В отличие от традиционных методологий управления проектами, которые часто основаны на жестком долгосрочном планировании, гибкое управление командой в проекте способствует более оперативному подходу к планированию. Командам рекомендуется регулярно пересматривать свои цели и стратегии, чтобы адаптироваться к новой информации, меняющимся рыночным условиям или изменениям в требованиях клиентов, обеспечивая эффективное распределение ресурсов и точное отражение приоритетов.

Рассмотрим пример организации - IT-компания, занимающаяся разработкой программного обеспечения. В такой компании определение ролей и обязанностей может быть организовано следующим образом.

Проектная структура: проектный менеджер (координация и контроль); команда разработки (создание продукта); тестовая группа (проверка качества); отдел технической поддержки (сопровождение).

Роли и обязанности: руководитель проекта (общее управление проектом; координация команды; контроль сроков и бюджета; коммуникация с заказчиками); программист (разработка программного обеспечения; написание кода; тестирование написанного кода; документирование); тестировщик (проверка качества продукта; создание тест-кейсов; отчет о найденных ошибках; верификация исправлений); технический писатель (создание технической документации; написание руководств пользователя; обновление документации; консультации по документации).

Особенности организации: четкое распределение ответственности; иерархическая структура подчинения; регулярные совещания команды; документирование процессов; система контроля качества.

Преимущества такой организации: повышение эффективности работы; уменьшение конфликтов; улучшение коммуникации; четкое понимание обязанностей; повышение качества продукта.

Возможные проблемы: перегрузка руководителей; риск недопонимания между отделами; необходимость постоянного контроля; сложность внесения изменений

Рекомендации по улучшению: регулярный пересмотр ролей; обучение персонала; внедрение автоматизированных систем; поощрение инициативы; создание системы обратной связи.

Такой подход к организации работы позволяет: обеспечить эффективное управление проектами; повысить качество выпускаемой продукции улучшить взаимодействие между отделами; оптимизировать рабочие процессы; достичь поставленных целей в срок.

Библиографический список:
1. Шильдт Л.А., Гареева Н.Б. Особенности классического проектного управления и гибких методологий в управлении проектами // Евразийский юридический журнал. – 2022. – № 3 (166). – С. 488-490.
2. Миронова Д.Ю., Баранов И.В., Румянцева О.Н., Помазкова Е.Е. Введение в управление проектной деятельностью: основы формирования, управления и коммерциализации инновационных проектов. Санкт-Петербург, 2022. 345 с.
3. Гринман Н.М. Применение гибких подходов управления проектами в управлении // Власть. – 2023. – Т. 31. № 4. – С. 60-65.
4. Борчин А.С. Проблемы проектного управления в современных IT-компаниях и направления совершенствование управления проектами // Современные технологии управления. – 2022. – № 1. – С. 45-53.
5. Вакорин М.П. Проблемы проектного управления в современных IT-компаниях и направления совершенствования управления проектами // Молодой ученый. – 2023. – № 9 (456). – С. 82-84.
6. Verwijs C. A theory of scrum team effectiveness // ACM Trans Softw Eng Methodol. – 2023. – № 3. – pp. 11–51.
7. Зимнуров М.Ф. Разработка интерфейса по метрике загруженности сотрудников // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]. – 2024. – № 4. – С. 82-87.

УДК 651.012

Особенности учёта на нефтегазовых предприятиях

Дмитрова О. В.
Научный руководитель — Власова Н. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Нефтегазовая отрасль — одна из самых капиталоёмких и технологически сложных сфер экономики. На её долю приходится около 6% мирового ВВП, а глобальный рынок углеводородов оценивается в 5 трлн. долл. Бухгалтерский учёт здесь сталкивается с уникальными вызовами, связанными с циклом добычи ресурсов, международными стандартами, экологическими требованиями и масштабными инвестициями.

Учёт затрат и доходов на нефтегазовых предприятиях имеет свою специфику. Например, затраты на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и геологоразведочные работы могут списываться или капитализироваться в зависимости от того, были ли они успешными или нет. Затраты на строительство трубопроводов, терминалов и хранилищ, а также затраты на улучшение или модернизацию оборудования капитализируются. Однако затраты на работы, связанные с обычным ремонтом и обслуживанием оборудования просто списываются в периоде, в котором эти затраты были произведены.

Учет доходов на предприятиях нефтегазовой промышленности также имеет специфические моменты. Например, учет побочной продукции очень редко встречается в других отраслях. Такую продукцию оценивают отдельно от основной продукции и отходов, так как она, по сути, является чем-то средним между этими понятиями. Учет выручки от буровых работ по договорам зачастую учитывается не по моменту зачисления оплаты, как в других отраслях, а по мере оказания услуг, соответственно на посуточной или почасовой основе.

Нефтегазовые проекты требуют значительных первоначальных вложений. Например, бурение одной морской скважины обходится в сумму от 50 до 200 млн. долл., а разработка крупного месторождения — до 10 млрд. долл.

Оборудование в нефтегазовой отрасли (платформы, буровые установки) работает в экстремальных условиях, что усложняет расчёт амортизации. Фактор окружающей среды имеет сильное влияние на состояние активов и не поддается точному учету. Именно из-за этого на предприятиях этой отрасли метод начисления амортизации выбирается в зависимости от первоначальной стоимости оборудования, условий, в которых оно будет эксплуатироваться, а также предполагаемых запасов конкретного месторождения.

Запасы нефти и газа — ключевой актив компаний. Среди стран есть те, которые входят в число первых и по запасам нефти, и по запасам газа. Из них стоит отметить Венесуэлу, Саудовскую Аравию, Иран, Россию и США. Все эти страны входят в топ-10 по запасам нефти и газа и удерживают свои позиции продолжительное время (табл. 1).

Таблица 1 - Топ стран по запасам нефти и газа

По запасам нефти	Страна	Запасы нефти, млрд. барр.	Запасы газа, трлн. м³	По запасам газа
1	Венесуэла	303,22	8,21	7
2	Саудовская Аравия	267,19	9,51	6
3	Иран	208,6	33,9	2
4	Канада	162,62	2,06	18
5	Ирак	145,02	4,51	13
6	ОАЭ	113	6,1	10
7	Кувейт	101,5	1,78	20
8	Россия	80	47,8	1
9	США	55,25	13,2	5
10	Ливия	48,36	1,51	22

По данным ОПЕК, доказанные мировые запасы нефти в 2024 г. составили 1,7 трлн. баррелей, газа — 198 трлн. кубометров. Классификация запасов на доказанные, вероятные, возможные и условные определяет их отражение в балансе. Себестоимость добычи варьируется от 20 до 60 долл. и влияет на оценку рентабельности проектов.

При учете запасов также учитывается вероятность или по-другому доказанность этих запасов. В этой классификации выделяют 4 основных группы запасов:

- Доказанные запасы (запасы нефти и газа с наивысшей степенью достоверности и вероятностью извлечения не менее 90%)
- Вероятные запасы (вероятность извлечения от 50% до 90%)
- Возможные запасы (вероятность извлечения от 10% до 50%)
- Условные запасы (достоверность таких запасов менее 10%)

Учёт запасов и ресурсов является одной из самых сложных задач в бухгалтерском учёте нефтяных предприятий:

- Запасы нефти и нефтепродуктов оцениваются по себестоимости или по рыночной стоимости в зависимости от применяемых стандартов.
- Оценка запасов в соответствии с МСФО требует использования методов, таких как дисконтирование денежных потоков.
- Учёт природных ресурсов включает оценку запасов нефти и газа, а также учёт экологических обязательств, связанных с восстановлением окружающей среды.

Для учета запасов ресурсов существует специальная форма отчетности. В России этот вид отчета называется «Форма 6-ГР».

На основе этих отчетов, предоставляемых компаниями, занимающимися геологоразведкой и разработкой месторождений, составляется единая статистическая база, показывающая запасы нефти на всей территории Российской Федерации.

Более 80% публичных нефтегазовых компаний используют МСФО. Это влечёт:

- Применение IFRS 6 для учёта разведки и оценки минеральных ресурсов. Например, в 2022 г. 60% компаний сектора провели переоценку запасов из-за изменений рыночных цен.
- Раскрытие информации о будущих затратах на ликвидацию объектов. Так, компания Shell в 2023 г. зарезервировала 4,8 млрд. долл. на экологические обязательства.

Нефтегазовые компании несут до 40% глобальных затрат на борьбу с изменением климата (рис. 1). Их столь активное участие в данном вопросе объясняется их нацеленностью на ликвидацию последствий выбросов и утечек.

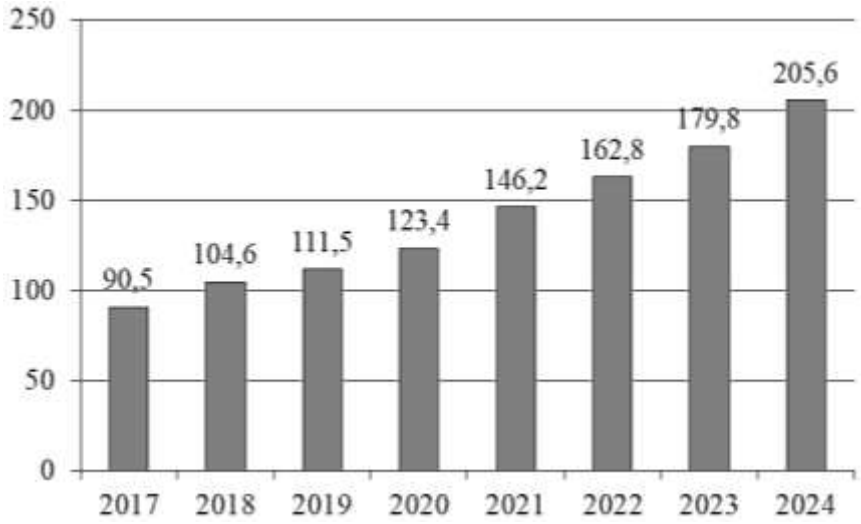


Рисунок 1 - Глобальные затраты нефтегазовых компаний на экологические обязательства, млрд. долл.

От количества и процентных ставок налогов зависит то, насколько тщательно бухгалтерия подходит к расчету сумм, подлежащих налогообложению. В зависимости от того, как в бухгалтерском учете проводятся некоторые доходы и расходы, может меняться итоговая сумма налога к уплате, и разница иногда идет на десятки или сотни тысяч. Рассмотрим основные способы снижения налоговой нагрузки на предприятия.

Первый способ - это учет убытков прошлых лет. Согласно ст. 265 Налогового Кодекса убытки прошлых лет признаются внереализационными расходами, а они в свою очередь снижают налогооблагаемую прибыль (ст. 252 НК). Исключением для этого способа является то, что компания не может применить его к тем убыточным периодам, в которых для нее действовала нулевая ставка налога на прибыль. Также не учитываются убытки, понесенные от участия в инвестиционном товариществе.

Вторым способом является создание резервов (ст. 272 НК). Создать резервы на нефтегазовом предприятии можно по двум основным направлениям: по сомнительным долгам (ст. 266 НК) и на оплату отпусков сотрудников (ст. 255 НК). Создание резервов позволяет отсрочить уплату части налога, а не избавиться от нее полностью, но его также иногда применяют, если в компании выдался не очень прибыльный период.

Третьим способом является получение налоговых льгот, в соответствии с законами субъектов РФ. В Республике Коми на эти льготы могут претендовать:

- Резиденты территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) платят только 3% федеральной части налога на прибыль первые 5 налоговых периодов (лет), потом – 3% федеральной части и 10% региональной части налога на прибыль в течение следующих 5 налоговых периодов.
- Резиденты Арктической зоны Российской Федерации платят 3% федеральной части налога на прибыль и 5% региональной части первые 5 налоговых периодов, потом ставка региональной части налога возрастает до 10% и держится на протяжении следующих 5 налоговых периодов.

Учет на нефтегазовых предприятиях является очень важной составляющей формирования чистой прибыли. Изучение данного вопроса позволяет понять структуру учета доходов, капитальных и операционных расходов, запасов и ресурсов. Понимание этой структуры дает возможность детального анализа для выявления недочетов в работе предприятия и лазеек для увеличения чистой прибыли при неизменной выручке.

Библиографический список:

1. Денисенкова, Е. Ю. Особенности учета и анализа затрат нефтедобывающих предприятий / Е. Ю. Денисенкова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 525-528. — URL: https://moluch.ru/archive/103/24109/ (дата обращения: 28.03.2025).

2. Панкова, С. В., Попов В. В. О формировании особых экономических зон на территориях муниципальных обра-зований / С. В. Панкова, В. В. Попов// Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2015. — № 7 (292). — с. 16–24.
3. Туякова, З.С. Амортизационная политика как элемент развития промышленных предприятий / З.С. Туякова // Вестник Оренбургского государственного университета – 2012. – № 1 (137). – С. 131-135.
4. Попова Л.В. Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в отраслях производственной сферы: учебно-методическое пособие / Л.В.Попова, И.А.Маслова, С.А.Алимов, М.М.Коростелкин – М.: Дело и Сервис – 2007. – 448 с.

УДК 339.56

Проблемы магистрального транспорта российского газа в Китай и пути их решения

Дмитрова О. В., Седова С. А.
Научный руководитель — Павловская А. В.
Ухинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Магистральный транспорт газа из России в последние несколько лет сталкивается с серьезными проблемами, вызванными экономической, технологической и геополитической нестабильностью. Работа в условиях жестких санкций, уменьшение объемов добычи и экспорта газа, а также взрывы на газопроводах «Северный поток-1» и «Северный поток-2» - и это далеко не весь список трудностей, с которыми данная отрасль столкнулась за последние годы.

Вышеупомянутые проблемы коснулись даже такого крупного предприятия как ПАО «Газпром». В динамике за 2022-2023 годы мы видим, что выручка снизилась на 29,5%, чистая прибыль снизилась на 7%, а прибыль от продаж на 1,85 трлн. руб.

Введение санкций и значительное сокращение закупки российского газа европейскими странами привело к переориентации экспортных потоков на станы Азии. Одними из главных покупателей российского газа стали Индия, Турция и Китай. Еще несколько лет назад из трех вышеперечисленных стран особо выделялась Турция, однако на сегодняшний день ситуация выглядит иначе. Поставки газа в Турцию в 2024 году снизились примерно на 300 млн. кубометров, а вот поставки в Китай увеличились на 37% или на 8,5 млрд. кубометров (Рис. 1).

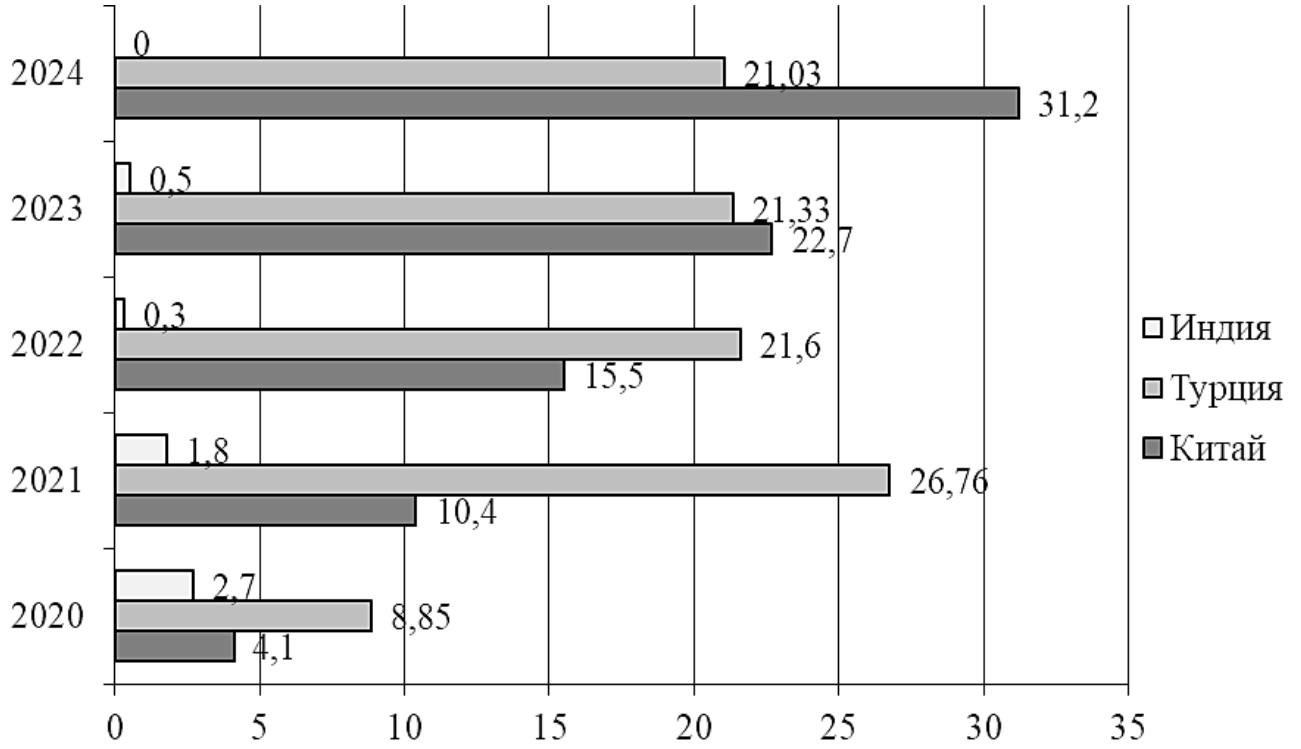


Рисунок 1 - Объем газа, поставляемого из России в страны Азии, млрд. м³

Основной российский экспортер газа - ПАО «Газпром». ПАО «Газпром» это глобальная энергетическая компания, которая видит свою миссию в надежном и сбалансированном обеспечении потребителей природным газом и другими видами энергоресурсов.

Хочется отметить, что динамика объемов добычи и экспорта газа ПАО «Газпром» за период с 2018 по 2024 год значительно снизилась. Объем добычи газа упал на 16 %, а экспорт снизался примерно на 50%, т.е немногим белее чем в два раза (Рис. 2). И это можно объяснить рядом факторов:

1) Снижение спроса на газ в Европе:

- Европа активно переходит на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и снижает зависимость от ископаемого топлива.
- Санкционные ограничения на импорт российского газа, привели к сокращению экспорта.
- Европа увеличила импорт сжиженного природного газа (СПГ) из других стран, таких как США и Катар, что снизило долю российского газа на рынке.

2) Геополитические факторы:

- После начала специальной военной операции России на Украине в 2022 году отношения между Россией и Западом резко ухудшились. Это привело к сокращению поставок газа по традиционным маршрутам, таким как газопровод «Северный поток».
- Взрыв на газопроводах «Северный поток-1» и «Северный поток-2» в 2022 году также ограничил возможности экспорта газа в Европу.

3) Снижение добычи из-за ограничений на экспорт. «Газпрому» пришлось сократить добычу газа, чтобы избежать переполнения внутренних хранилищ.

4) Изменение структуры рынка:

- Россия начала перенаправлять экспорт газа на другие рынки, такие как Китай, но объемы поставок по новым маршрутам (например, через газопровод «Сила Сибири») пока не компенсируют потери на европейском рынке.
- Строительство новых инфраструктурных проектов для экспорта газа в Азию требует времени и значительных инвестиций.

5) Санкции и ограничения. Заморозка активов «Газпрома» за рубежом и ограничения на использование доллара и евро в расчетах также создали дополнительные сложности.

В ближайшие годы «Газпрому» предстоит адаптироваться к новым условиям, развивая сотрудничество с азиатскими странами и внедряя новые технологии для повышения эффективности добычи и транспортировки газа.

На данный момент, можно отметить, что Россия и Китай активно развивают свои отношения в области поставок природного газа, особенно в рамках реализации важных проектов магистрального транспорта.

Газопровод "Сила Сибири-1" является одним из ключевых элементов этой инфраструктуры, потому что это единственный действующий газопровод между странами. Доля экспортируемого газа по газопроводу Сила Сибири – 1 в период за 2020-2024 выросла в 8 раз и составила 16 % от общего объема экспортируемого газа из России.

Газопровод Сила Сибири-2, Сила Сибири – 3 и газопровод Россия – Казахстан – Китай все еще находятся на стадии обсуждений и планирования.

Китайский рынок газа показывает стабильный рост и согласно статистическим данным, объем потребления газа в Китае в период за 2020-2024 года увеличился на 28 % и на 2024 год составил 420,5 млрд. м³. По прогнозам, потребление газа в стране будет увеличиваться в ближайшие десятилетия, что создает дополнительные возможности для поставок. И если говорить об импорте газа в Китай, то за последние 5 лет объем импортного газа в Китае вырос на 24%, достигая отметки в 167,7 млрд. м³ (Рис. 3).

Китай, несмотря на значительные внутренние запасы природного газа, не может покрыть свои потребности за счет собственного производства, поэтому, чтобы удовлетворить внутренний спрос, Китай вынужден импортировать газ из других стран. Доля потребления импортного газа в Китае в среднем составляет 40 %, в том числе и российского. И за последние 5 лет доля импортного российского газа в Китае выросла в 6 раз и на 2024 год она достигла отметки в 7,4%. Это результат стратегического партнерства и стремление к экономической выгоде двух стран.

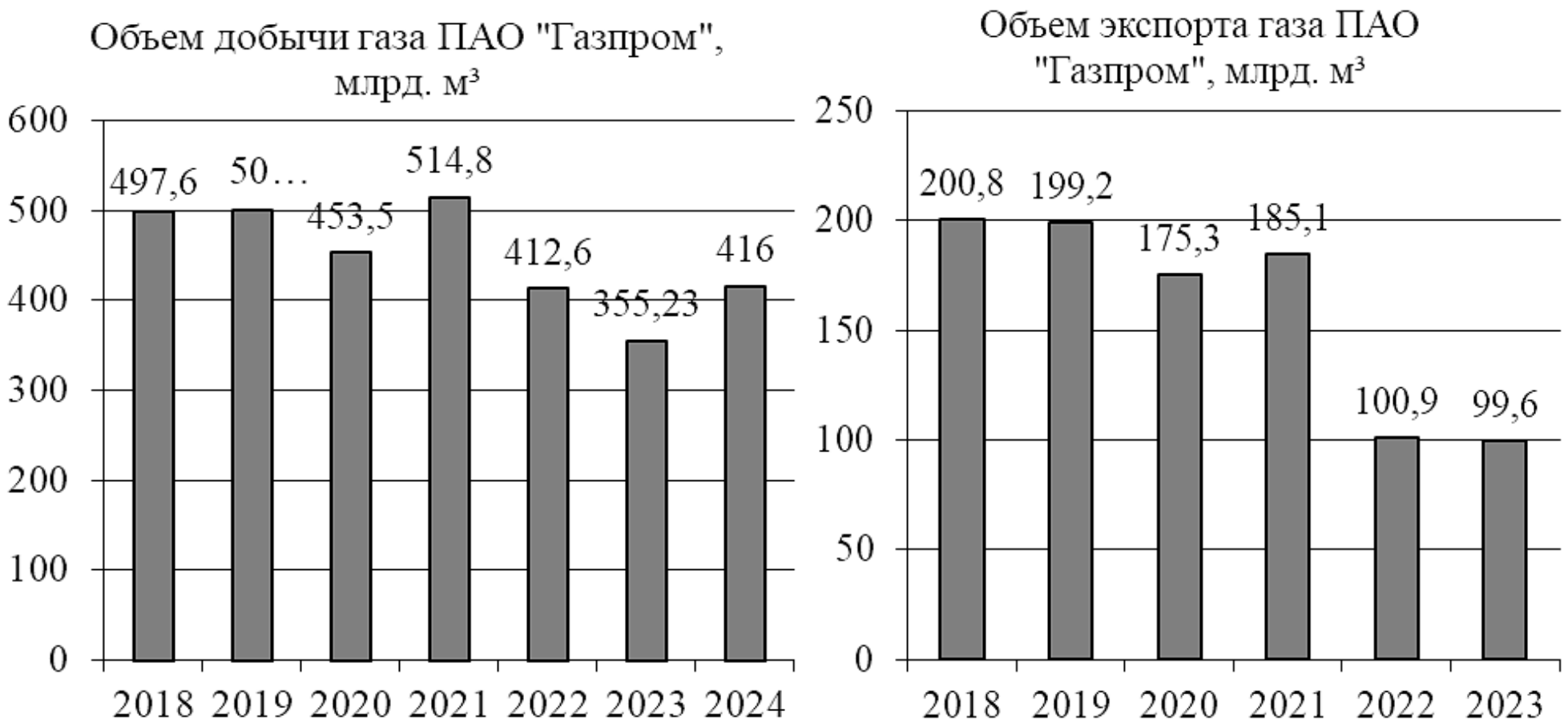


Рисунок 2 - Динамика объемов добычи и экспорта газа ПАО «Газпром»

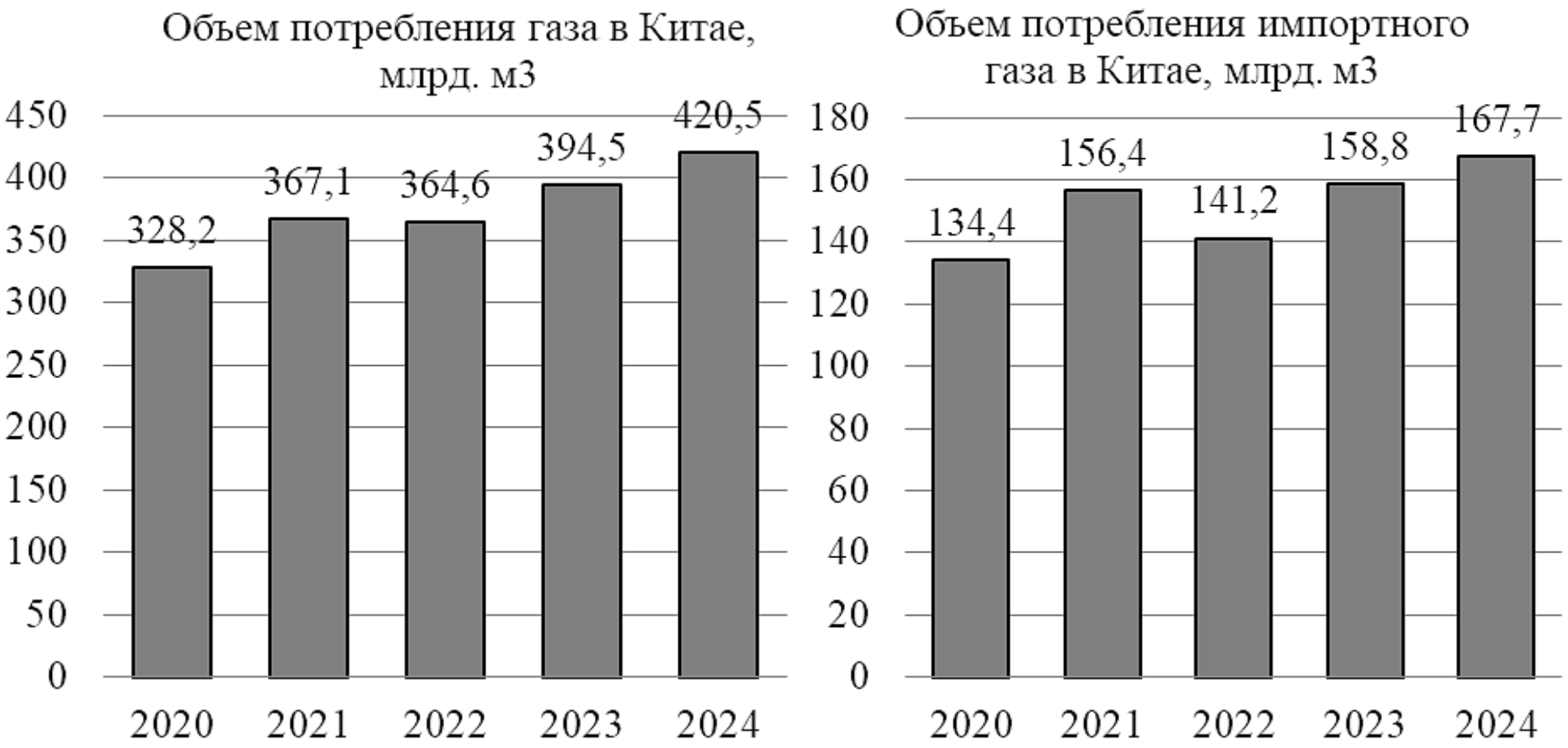


Рисунок 3 - Динамика объемов потребления газа в Китае

Магистральный транспорт газа играет ключевую роль в укреплении экономических и стратегических отношений между Россией и Китаем. Это не только источники доходов для обеих стран, но и фактор политической стабильности и сотрудничества. Инвестиции в инфраструктуру газопроводов демонстрируют долгосрочные планы стран на развитие двусторонней торговли и энергоснабжения.

Кроме того, магистральный транспорт газа помогает России диверсифицировать свои экспортные маршруты, снижая зависимость от европейского рынка, который, с учетом политической нестабильности и санкций, становится менее предсказуемым. В то же время Китай получает надежные источники энергоносителей, способствуя своему экономическому росту и энергетической безопасности.

Газотранспортная система — это основа энергетической безопасности государств. Трубопроводы соединяют места добычи газа с его потребителями, и их работа связана с рядом проблем и рисков.

Одна из главных проблем — физический и моральный износ трубопроводов.

В России около 30% газопроводов эксплуатируются более 30 лет, что повышает риск аварий, а в Китае этот показатель варьируется от 15 до 25 лет. Примерно 15% аварий на магистральных газопроводах случаются из-за естественного старения труб, еще 13 процентов приходится на коррозию (Рис. 4). Модернизация требует огромных инвестиций: замена только 1 км трубы обходится в $1–2 млн., а протяженность сетей в мире превышает 1,5 млн. км.

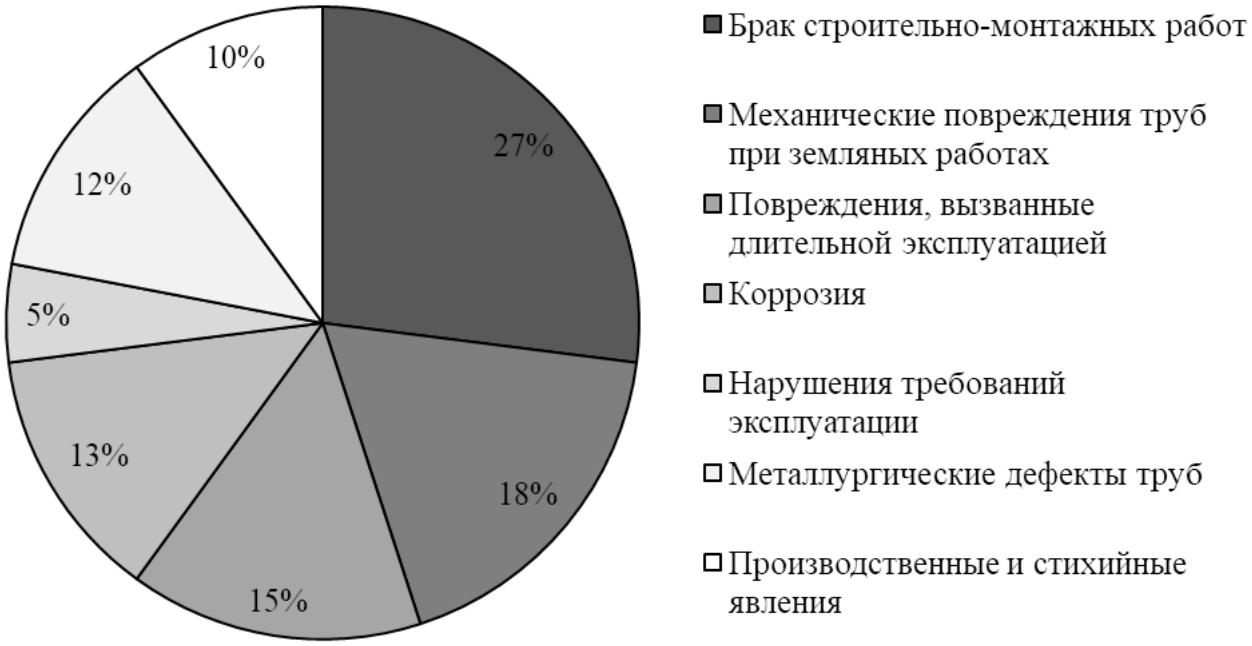


Рисунок 4 - Причины аварий на магистральных газопроводах.

Газотранспортные системы — источник выбросов метана, который в 84 раза опаснее углекислого газа для климата. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), до 3% транспортируемого газа теряется из-за утечек. Особенно уязвимы компрессорные станции и соединения труб. Например, в 2022 году спутники зафиксировали масштабный выброс метана в Туркменистане. Ежечасно в атмосферу выбрасывалось около 427 тонн метана, что эквивалентно выбросам от 67 млн. автомобилей.

Влияние некоторых политических решений на магистральный транспорт газа создает вызовы в отрасли и вынуждает искать новые пути и направления для торговли. На первичном этапе это влияние кажется негативным, но после того, как у такой проблемы находится решение, влияние оценивается как положительное.

Мониторинг протяжённых трубопроводов остаётся сложной задачей. Большинство методов мониторинга состояния труб газопроводов являются весьма затратными как на этапе установки, так и на протяжении всего срока работы. Применение любогометода на 1 км трубы обойдется от 50$ до 100,000$ (Табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика методов мониторинга протяженных газопроводов

Методы мониторинга протяженных газопроводов	Капитальные затраты ($/км)	Операционные затраты ($/км/год)	Точность	Скорость реакции
Визуальный осмотр	500 - 2000	500 - 2000	Низкая	Часы/дни
Внутритрубные диагностические снаряды	5000 - 10000	3000 - 7000	Высокая	Недели
БПЛА	10000 - 50000	7000 - 36000	Средняя	Часы
Спутники	50 - 500	50 - 500	Средняя	Дни
Волоконно-оптические системы	20000 - 100000	15000 - 74000	Очень высокая	Минуты
IoT-датчики	1000 - 5000	900 - 4500	Высокая	Секунды

Влияние этих проблем на отрасль мы можем оценить на примере компании «Газпром». Из таблицы видно, что операционная деятельность ПАО «Газпром» за период с 2019 по 2023 года показала как положительные, так и отрицательные результаты, которые во многом зависели от внешних условий и стратегических решений компании (Табл. 2). К положительным результатам можно отнести рекордные финансовые показатели в 2022 году, развитие инфраструктуры и переориентацию на новые рынки. К отрицательным: потерю европейского рынка, снижение финансовых показателей в 2023 из-за сокращения экспорта, проблемы с проектом «Северный поток-2» и увеличение долговой нагрузки компании.

Таблица 2 - Динамика финансовых результатов и эффективности производства в ПАО «Газпром» за 2019–2023 годы

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Выручка от продажи товаров, работ, услуг (за минусом НДС, акцизов), млрд. руб.	4 758,7	4 061,4	6 288,9	7 979,0	5 620,0
Себестоимость проданных товаров, продукции, работ, услуг, млрд. руб.	2 657,6	2 488,2	2 748,5	4 768,7	4 348,2
Коммерческие расходы, млрд. руб.	1 363,9	1 450,9	1 551,9	1 489,3	1 381,4
Управленческие расходы, млрд. руб.	108,1	111,4	130,8	158,9	182,1
Прибыль (убыток) от продаж, млрд. руб.	629,1	11,04	1 957,8	1 561,9	–291,8
Чистая прибыль (убыток), млрд. руб.	651,2	–706,9	2 684, 5	747,2	695,5
Рентабельность продаж, %	13,22	0,27	31,13	19,58	–5,19
Рентабельность продукции, %	15,23	0,27	44,18	24,34	–4,94
Рентабельность реализованной продукции, %	13,68	–17,41	42,69	9,36	12,38
Рентабельность производственной деятельности, %	15,77	–17,45	60,58	11,64	11,76

Проблемы газификации через трубопроводы можно решать комплексным подходом, включая модернизацию инфраструктуры, улучшение экологического управления, развитие международного сотрудничества и оптимизацию логистики.

Модернизация инфраструктуры может включать в себя:

- Замена старых трубопроводов, т.е. проведение регулярных обследований и замена изношенных участков трубопроводов для предотвращения утечек и аварий.
- Использование новых, альтернативных материалов, устойчивых к коррозии и другим видам повреждений.

- Инвестиции в новые технологии: Внедрение современных технологий, таких как автоматизированные системы мониторинга и управления, которые помогут быстро реагировать на неисправности. На слайде показаны технологические приоритеты инвестиционных проектов в ПАО «Газпром». Хочется отметить, что самый большой приоритет составляет технология, обеспечивающая повышение эффективности магистрального транспорта газа и диверсификацию способов поставок газа потребителям, т.к. она сможет обеспечить устойчивость газовой отрасли, позволит снизить издержки производства и повысить надежность поставок. Эта технология отвечает всем критериям, которые смогут решить проблемы в газовой отрасли.

Экологическое управление включает:

- Мониторинг утечек: Применение современных методов обнаружения утечек, таких как дроны и спутниковые технологии для своевременного выявления проблем.
- Программы по снижению выбросов: Разработка и реализация программ по снижению выбросов метана, включая модернизацию оборудования и оптимизацию процессов.
- Замена топлива: Рассмотрение возможностей замены традиционного газа на менее углеродоемкие альтернативы, такие как биогаз или водород.

Укрепление международного сотрудничества:

- Участие в международных инициативах и взаимодействие с международными организациями для обмена опытом и лучшими практиками в сфере газовой инфраструктуры и экологии.
- Создание совместных проектов: Проведение совместных проектов с другими странами для развития инфраструктуры и торговли газом, что может повысить конкурентоспособность.
- Согласование стандартов: Работа над унификацией стандартов на уровне ЕС и другими странами для улучшения торговых отношений.

Оптимизация логистики и ценовой политики:

- Эффективное управление транспортировкой: Оптимизация маршрутов и использование эффективных логистических решений для снижения затрат на транспортировку.
- Система прогнозирования спроса: Внедрение аналитических инструментов для прогнозирования потребностей в газе и предложения для оптимизации контрактов и поставок.

Эти пути могут значительно улучшить ситуацию в области газификации, повысить безопасность и экологическую устойчивость, а также способствовать дальнейшему развитии сектора.

Примеры успешных проектов магистрального транспорта российского газа в Китай:

- «Сила Сибири» - это первый магистральный газопровод, соединивший Восточную Сибирь с северо-востоком Китая. Его протяженность 3,000 км, а мощность 38 млрд. м³ газа в год.
- «Сила Сибири-2» - это еще один магистральный газопровод, который должен соединить Россию и Китай. По предварительному плану он пройдет из Западной Сибири через Монголию в центральные районы Китая. Его мощность должна составить до 50 млрд. м³ газа в год.
- Газопровод «Сахалин–Хабаровск–Владивосток» протяженностью более 1800 км и мощностью до 5,5 млрд. м³ газа в год позволяет поставлять газ с Сахалина в Приморский край и Китай через порт Владивостока. За счет этого газопровода газ поставляется напрямую в провинции Хэйлунцзян и Цзилинь.

В заключении хочется сказать, что эффективная работа магистрального транспорта газа между Россией и Китаем не только способствует стабильности энергетических поставок, но и является залогом энергетической безопасности для обоих государств.

Несмотря на текущие вызовы, такие как физический и моральный износ трубопроводов, давление общественности по проблемам экологии и необходимость расширения торговых путей, существует множество возможностей для развития. Применение новых технологий, таких как системы обнаружения утечек, а также создание гибких механизмов ценообразования, позволит оптимизировать процессы и облегчить адаптацию к изменениям рыночной конъюнктуры.

В результате, открывая новые горизонты сотрудничества, ключевым аспектом остается готовность обеих сторон к диалогу, совместной разработке стандартов и стратегий, а также интеграции интеллектуальных систем, что позволит не только решить текущие проблемы, но и обеспечить долговременное и взаимовыгодное сотрудничество в сфере газовой энергетики между Россией и Китаем.

Библиографический список:
1. Митина Н.Н., Ду Хуэй. Российско-китайское энергетическое сотрудничество с точки зрения национальной безопасности Китая // Государственное управление. Электронный вестник. Выпуск № 77 Декабрь 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rossiysko-kitayskoe-energeticheskoe-sotrudnichestvo-c-tochki-zreniya-natsionalnoy-bezopasnosti-kitaya/viewer (Дата обращения: 29.03.2025).
2. Карлусов В.В., Ярков Д.А. Сотрудничество России и Китая в газовой отрасли: тенденции, проблемы, перспективы // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020 Том 10 № 6А. С. 239-254.
3. Жуков, В. К. Газопровод «Сила Сибири»: анализ российско-китайского контракта / В. К. Жуков, А. А. Семакина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 5 (400). — С. 98-101. — URL: https://moluch.ru/archive/400/88635/ (дата обращения: 29.03.2025).
4. Ларченко Л.В., Яковлева Т.В. Нефтегазовый комплекс России в новых условиях: геополитическая ситуация, диверсификация, формирование новых рынков сбыта // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2023. № 1 (133). С. 88–1. https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=50336126 (дата обращения: 29.03.2025).

УДК 338.001.36

Развитие беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли

Головина К. К.
Научный руководитель - Павловская А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта, Россия

Беспилотные технологии, включая беспилотные летательные аппараты (БПЛА), автоматизированные наземные транспортные средства и подводные беспилотники, в последние годы становятся всё более актуальными в различных сферах промышленности. Особенно значимым их внедрение оказывается в нефтегазовой отрасли. Беспилотные технологии способны существенно оптимизировать операции на всех этапах жизненного цикла месторождений: от разведки и оценки запасов до добычи, транспортировки и мониторинга окружающей среды.

Актуальность внедрения беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, индустрия сталкивается с возрастающими требованиями к соблюдению экологических стандартов и безопасности, что делает необходимо использование более безопасных и эффективных методов работы. Во-вторых, ценовая доступность и усовершенствование технологий обладают потенциалом, чтобы существенно повысить производительность и снизить затраты. В условиях глобальных изменения климата и роста интереса к устойчивому развитию внедрение таких технологий становится частью стратегии большинства ведущих мировых компаний.

Беспилотные технологии становятся все более важными в нефтегазовой и других отраслях, обеспечивая эффективность и безопасность выполнения задач. Рассмотрим три основных вида беспилотных технологий:

1. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

БПЛА могут выполнять различные задачи в воздухе без участия человека. Они используются для мониторинга окружающей среды, аэрофотосъёмки, доставки грузов, а также в военных и спасательных операциях. БПЛА могут быть разных размеров и форм, от небольших квадрокоптеров до больших беспилотных самолётов.

2. Беспилотные наземные транспортные средства (БНТС).

БНТС могут перемещаться по земле без участия человека. БНТС могут быть разных типов, включая автомобили, грузовики, тракторы и даже дроны на колёсах.

3. Беспилотные подводные аппараты (БПА).

БПА могут перемещаться под водой без участия человека. Они используются для исследования морского дна, мониторинга состояния окружающей среды, а также в добыче полезных ископаемых. Размер БПА варьируется от небольших дронов до подводных лодок.

Беспилотные технологии, такие как дроны и автономные транспортные средства, находят все более широкое применение в нефтегазовой отрасли, улучшая эффективность и безопасность процессов. Например, дроны используются для инспекции и мониторинга нефтяных и газовых трубопроводов, позволяя быстро обнаруживать утечки или повреждения на больших территориях. Также беспилотные летательные аппараты могут проводить аэрофотосъемку для картографирования месторождений и планирования буровых работ.

Беспилотные подводные аппараты применяются для обследования морских трубопроводов и платформ, снижая риск для людей и минимизируя рабочие затраты. В дополнение к этому, беспилотные автомобили используются для транспортировки материалов и персонала в удаленных районах, что улучшает логистику и сокращает время доставки.

Использование этих технологий позволяет не только повысить производительность, но и улучшить безопасность рабочих процессов за счет уменьшения человеческого участия в опасных зонах.

Среди российских нефтяных компаний, внедряющих беспилотные технологии, можно отметить «Роснефть» и ПАО «Газпромнефть». «Газпромнефть» демонстрирует активное использование беспилотных технологий для повышения эффективности и безопасности своих операций. Компания использует беспилотники для создания цифровых двойников месторождений, что позволяет оптимизировать добычу и снизить затраты. Кроме этого «Газпромнефть» тестирует автономные транспортные средства для доставки грузов в условиях Крайнего Севера и проводит мониторинг трубопроводов беспилотниками с тепловизорами и газоанализаторами для оперативного выявления утечек и повреждений.

«Роснефть» расширяет географию применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для контроля уровня парниковых газов. Использование БПЛА для контроля уровня парниковых газов позволит проводить мониторинг на отдалённых, труднодоступных производственных площадках. Так же «Роснефть» планирует с помощью беспилотников проводить съемки местности с возможностью получения фотографий высокой четкости для создания ортофотопланов [4].

С 2016 года «Роснефть» начала активно внедрять беспилотные технологии на объектах, в рамках повышения производственной безопасности, а с 2020 года дочерние компании стали внедрять беспилотники для мониторинга нефте- и газопроводов на своих месторождениях, что привело к снижению капитальных и операционных затрат.

В 2022 году расходы ПАО «Роснефть» на внедрение беспилотных технологий составили 35,8 млрд рублей, что составляет 5% от общих операционных затрат компании [5].

В 2022 году Китайская национальная оффшорная нефтяная корпорация установила беспилотную морскую нефтегазовую платформу на нефтяном месторождении Энпин в восточной части Южно-Китайского моря. Платформа способна дистанционно осуществлять мониторинг и запись, а также выполнять безопасное отключение объектов в море. В то же время значительно улучшилась мощность переработки нефти и газа, и она может работать без перебоев во время тайфунов [1].

Вес платформы составляет лишь треть от веса традиционной платформы, таким образом, объем работ по техническому обслуживанию был сокращен на 30%, что позволило сэкономить более 10 миллионов юаней (1,5 миллиона долларов США) ежегодных расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Внедрение беспилотных технологий, таких как платформа Enping 21-4, демонстрирует высокую экономическую эффективность, снижая затраты и повышая производительность. Однако этот процесс сопровождается трансформацией рынка труда, что требует активной поддержки со стороны бизнеса и государства для минимизации негативных социальных последствий и максимизации выгод от технологического прогресса.

Если стоимость внедрения беспилотных технологий на платформе составляет 20–30 млн долл., то срок окупаемости составит:

Срок окупаемости = CAPEX / Годовая экономия = 25млн/13.5 млн ≈ 1.8–2 года.

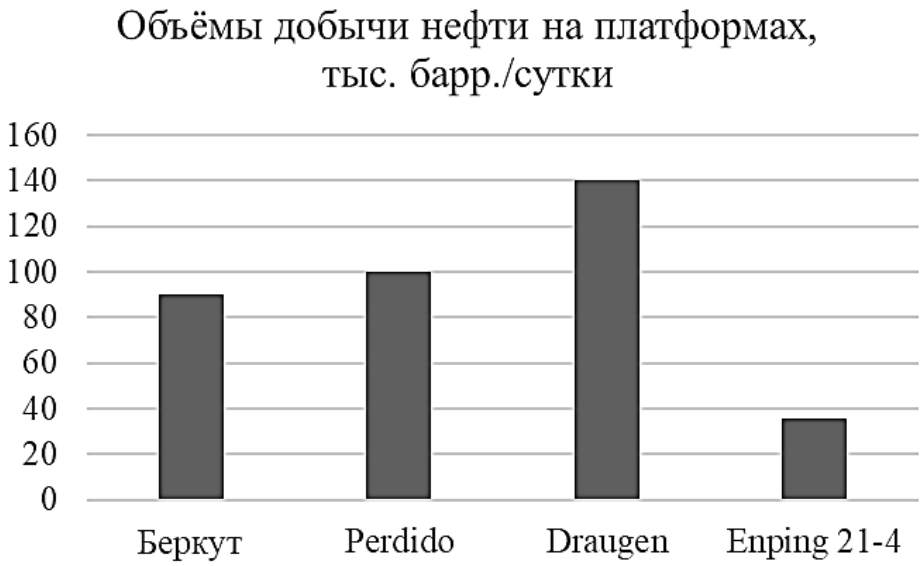


Рисунок 1 - Объёмы добычи нефти на различных мировых платформах

Таблица 1 – Экономическая эффективность беспилотной морской платформы Enping 21-4

Категория	**Параметр**	**Традиц. платформа**	**Беспилот. платформа**	**Экономия/ Эффект**	**Комментарии**
Операционные затраты (OPEX)	Персонал	~50 человек	~5–10 операторов	Сокращение затрат на **60–80%**	Удаленное управление и мониторинг.
	Обслуживание	~$3–5 млн/год	~$1–2 млн/год	Сокращение затрат на **50–60%**	Автоматизация диагностики и ремонта.
Капитальные затраты (CAPEX)	Строительство жилых модулей	~$10–20 млн	~$2–5 млн	Сокращение затрат на **70–80%**	Не требуется инфраструктура для персонала.
Производительность	Время простоя	~10–15%	~2–5%	Сокращение на **5–10%**	Автоматизация снижает простои.
Экологические выгоды	Выбросы CO_2	~10 000 тонн/год	~2 000 тонн/год	Сокращение на **80%**	Меньше выбросов за счет оптимизации.

Таблица 2 – Расчет экономической эффективности беспилотной платформы Enping 21-4

Параметр	Традиционная платформа, млн долл./год	Беспилотная платформа, млн долл./год	Экономия/ Доп. Доход, млн долл./год
Выручка	70	70	-
OPEX	10	4	6
CAPEX	5	2	3
Производительность	-	3	3
Экологические издержки	2	0,5	1,5

Мировой опыт показывает, что беспилотные технологии становятся неотъемлемой частью нефтегазовой отрасли. Британская нефтегазовая компания British Petroleum использует дроны для инспекции нефтяных платформ в Северном море. Это позволило снизить затраты на инспекцию на 30% и время проведения работ на 50%.

Нидерландская компания Shell внедрила беспилотники для мониторинга трубопроводов в Малайзии. Дроны оснащены датчиками для обнаружения утечек и коррозии. ExxonMobil из США использует подводные беспилотники для инспекции морских месторождений. Компания также тестирует автономные суда для доставки оборудования.

Страны БРИКС также активно внедряют беспилотные технологии в нефтегазовой отрасли, используя их для мониторинга месторождений, инспекции трубопроводов и повышения безопасности. Лидерами являются Россия и Китай, которые уже достигли значительных успехов в этом направлении. Бразилия и Индия также демонстрируют прогресс, а Южная Африка только начинает осваивать эти технологии.

Таблица 3 - Использование беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли в странах БРИКС

Страна	Компании	Основное применение	Результаты внедрения
Бразилия	Petrobras	Мониторинг морских месторождений, инспекция трубопроводов	Сокращение времени инспекции на 40%
Россия	«Газпромнефть», «Роснефть»	Мониторинг месторождений, трубопроводов, тестирование беспилотных грузовиков	Создание цифровых двойников месторождений
Индия	ONGC, Reliance Industries	Мониторинг морских и наземных месторождений, инспекция трубопроводов	Сокращение затрат на инспекцию на 25%
Китай	Sinopec, CNOOC	Инспекция нефтегазовых объектов, мониторинг морских месторождений	Сокращение времени инспекции на 50%
Южная Африка	Sasol, PetroSA	Инспекция трубопроводов, оценка состояния окружающей среды	Повышение точности выявления повреждений

Объём рынка беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли в 2023 году составил 3,34 млрд долл. На основе статистических данных нефтегазовых компаний можно сделать вывод об ожидаемом росте до 12,8 млрд долл. к 2030 году. Среднегодовой темп роста (CAGR) рынка беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли составляет 21,2%. Это означает, что рынок будет расти в среднем на 21,2% каждый год в период с 2023 по 2030 год.

Для оценки преимущества использования беспилотных летательных аппаратов в геологоразведке, был взят анализ полной стоимости из статьи Лоскутовой Екатерины «Внедрение инновационных беспилотных технологий при реализации стратегических изменений на предприятиях нефтегазовой отрасли» [2].

После внедрения БПЛА планируется сокращение штата рабочих, автопарка и сопутствующей техники. Несмотря на то, что беспилотные технологии предполагают вложения на их закупку, затраты на проведение изыскательских работ при применении БПЛА на одном из объектов снижаются более чем на 6,5 млн. рублей по сравнению с вариантом без его использования. При этом в расчёт принимались только затраты, связанные с непосредственной реализацией изыскательских работ.

Исходные данные

- Объём рынка в 2023 году: 3,34 млрд долл.
- Прогнозируемый объём рынка в 2030 году: 12,8 млрд долл.
- Период: 7 лет (с 2023 по 2030 год).

Формула CAGR

$$CAGR = \left(\frac{\text{Конечное значение}}{\text{Начальное значение}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$CAGR = \left(\frac{12{,}8}{3{,}34}\right)^{\frac{1}{7}} - 1$$

$$CAGR \approx 21{,}2\%$$

Рисунок 2 – Расчет среднегодового темпа роста рынка беспилотных технологий в нефтегазовой области

Сравнение затрат на традиционные и беспилотные методы показывает, что применение беспилотников позволяет значительно сократить расходы на оплату труда, а также повысить безопасность персонала, минимизируя риски связанных с проведением работ в опасных условиях.

Таблица 4 - Стоимость изыскательных работ без использования БПЛА

№	Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1	Полевое проживание, включая продовольствие и др.	251 148
2	Зарплата сотрудников	969 632
3	Затраты на технику и оборудования	14 285 768
	Итого:	15 506 548

Таблица 5 – Общая стоимость БПЛА

№	Наименование	Стоимость, руб.
1	GoPro Fusion 360	50 000
2	DJL Phantom 4 Pro	40 950
3	Программное обеспечение	402 723
	Итого:	493 673

Таблиц 6 - Затраты на проведение геологоразведочных работ

Показатель	С помощью традиционных методов	С помощью БПЛА
Затраты на проведение исследовательских работ	15 506 548 руб.	8 862 763 руб.

Несмотря на это, использование беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли сталкивается с рядом проблем и ограничений. Во-первых, высокая стоимость оборудования и услуг может ограничивать доступность этих технологий для многих компаний, особенно небольших и средних. По данным за 2023 год средняя прибыль по предприятиям варьируется от 13 млн. до 2 млрд руб.

Во-вторых, необходимо разрабатывать и внедрять новые стандарты безопасности, чтобы гарантировать надежность и защиту при использовании дронов и других беспилотных систем в сложных и потенциально опасных условиях. Наконец, существует ряд законодательных и регулирующих ограничений, которые могут препятствовать внедрению и использованию беспилотных технологий, так как правила часто отстают от быстрого развития самой технологии.

В декабре 2023 года Владимир Путин подписал закон, разрешающий частным охранным организациям, обеспечивающим безопасность объектов ТЭКа, сбивать беспилотники. Исполнительный директор «Авиапорта» Олег Пантелеев отметил, что для объектов критической инфраструктуры усилились риски от применения беспилотников. «Чтобы им противостоять, необходимы не только технические средства, но и нормативная база, в которой должны быть введены участки воздушного пространства с особыми правилами использования», — отметил он [3].

Перспективы развития беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли достаточно многообещающие. В последние годы наблюдается активное внедрение новых технологий и инноваций, которые трансформируют рабочие процессы и повышают эффективность операций.

Научные исследования и технологические разработки приводят к созданию различных систем беспилотных аппаратов, которые используются для мониторинга и инспекции нефтяных и газовых установок. Это позволяет снизить риски для операционных работников и сократить затраты на обслуживание оборудования. Кроме того, внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет анализировать большие объемы данных, собранных БПЛА, что значительно повышает точность результатов и помогает в принятии управленческих решений.

Беспилотные технологии начинают активно интегрироваться не только в традиционные сферы, такие как разведка и добыча углеводородов, но и в новые области, связанные с логистикой, транспортировкой и даже в области охраны окружающей среды. Например, беспилотные транспортные средства могут использоваться для доставки оборудования и материалов на удаленные месторождения, что сокращает затраты на логистику и время. Инновационные решения позволяют также организовать мониторинг влияния нефтегазовых операций на окружающую среду, обеспечивая более устойчивый подход к разработке природных ресурсов. Была составлена таблица, объединяющая данные о положительном влиянии беспилотных технологий на окружающую среду, на основе отчётов и исследований различных компаний.

Внедрение беспилотных технологий в нефтегазовую отрасль, несомненно, окажет влияние на рынок труда. С одной стороны, такие технологии создадут новые рабочие места в области разработки и обслуживания беспилотных систем, а также в IT-сфере, где требуется профессиональное управление данными и алгоритмами. С другой стороны, есть риск сокращения числа позиций, связанных с традиционными методами работы, в результате чего некоторые специалисты могут столкнуться с угрозой безработицы.

С точки зрения экономики, внедрение беспилотных технологий представляет собой значительный потенциал для повышения производительности и сокращения расходов на операции. Это может привести к снижению цен на углеводороды и сделать нефтегазовые продукты более конкурентоспособными как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В долгосрочной перспективе экономическое воздействие может быть позитивным, так как развитие новых технологий прокладывает путь для повышения устойчивости этой отрасли.

В исследовании были рассмотрены основные аспекты применения беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли. Изучены преимущества БПЛА для мониторинга инфраструктуры, поиска утечек, оценки экологического состояния и других задач. Выявлены преимущества и недостатки использования беспилотных технологий.

Анализ показал, что внедрение беспилотных технологий может повысить эффективность и безопасность работ, снизить затраты на обслуживание и ремонт оборудования и уменьшить воздействие на окружающую среду, что особенно актуально в условиях растущих экологических требований.

Таблица 7 - Положительное влияние беспилотных технологий на окружающую среду

Категория воздействия	**Применение**	**Эффект**	**Источник данных**
Снижение выбросов CO_2	Беспилотные грузовики с оптимизацией маршрутов	Сокращение расхода топлива на **10–20%**	McKinsey (2022)
	Электродроны для доставки	Снижение выбросов на **30–50%**	Amazon Prime Air (2023)
Сокращение химикатов	Агродроны для точечного опрыскивания	Снижение расхода пестицидов на **15–30%**	PwC (2020)
	Мониторинг полей дронами	Сокращение потерь урожая на **20%**	DJI Agras (2023)
Энергоэффективность	Инспекция ЛЭП дронами	Снижение энергопотерь на **5–15%**	General Electric (2022)
	Мониторинг ветряных электростанций	Повышение эффективности на **8–12%**	BloombergNEF (2023)
Снижение загрязнения воздуха	Электрические беспилотные такси	Прогнозируемое снижение выбросов NOx и PM2.5 на **20–30%** к 2030 г.	International Transport Forum (2021)
	Оптимизация движения дронами	Снижение пробок на **10–15%**	MIT (2020)
Примеры компаний	BP и Shell (мониторинг платформ)	Сокращение выбросов метана на **50%**	Отчеты компаний (2023)
	Wing (Google)	Уменьшение углеродного следа доставки на **80%**	Wing (2022)

Однако внедрение БПЛА сталкивается с рядом проблем, таких как высокая стоимость оборудования, необходимость обучения персонала и законодательные ограничения. Тем не менее, применение беспилотных технологий в нефтегазовой отрасли будет продолжать расширяться.

Библиографический список:

1. Китай устанавливает беспилотную морскую нефтегазовую платформу // TV BRICS URL: https://tvbrics.com/news/kitay-ustanavlivaet-bespilotnuyu-morskuyu-neftegazovuyu-platformu/ (дата обращения: 05.03.2025).
2. Лоскутова Е.С. Внедрение инновационных беспилотных технологий при реализации стратегических изменений на предприятиях нефтегазовой отрасли // Контентус. - 2019. - С. 45-51.
3. Минэнерго предложило полностью запретить полеты над объектами ТЭКа // Forbes URL: https://www.forbes.ru/biznes/505119-minenergo-predlozilo-polnost-u-zapretit-polety-nad-ob-ektami-teka (дата обращения: 06.03.2025).
4. Применение беспилотных авиационных систем ZALA в интересах ПАО «НК «Роснефть» // ZALA URL: https://zala-aero.com/news/primenenie-bespilotnyh-aviacionnyh-sistem-zala-v-interesah-pao-nk-rosneft/ (дата обращения: 06.03.2025).
5. Роснефть (ROSN): годовая финансовая отчетность МСФО // SMART-LAB URL: https://smart-lab.ru/q/ROSN/f/y/MSFO/ (дата обращения: 05.03.2025).

УДК 004.422

Выполнение экономических расчётов с применением прикладного программного обеспечения

Телюк А. В.
Научный руководитель – Соловьев Е. С.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. В условиях цифровизации экономики и возрастающей сложности финансовых процессов использование прикладного программного обеспечения становится неотъемлемой частью экономических расчётов. В статье рассматриваются основные инструменты и методы, применяемые для анализа, прогнозирования и оптимизации экономических показателей. Особое внимание уделено преимуществам автоматизации расчётов, повышению точности и снижению временных затрат. На основе анализа современных программных решений предложены рекомендации по их выбору и применению в различных сферах экономической деятельности.

Ключевые слова: экономические расчёты, прикладное программное обеспечение, расчёт, автоматизация, прогнозирование, оптимизация.

В современном мире, в эпоху цифровой трансформации, невозможно представить эффективное ведение бизнеса без применения информационных технологий. Будь то автоматизация бухгалтерского учета, анализ рыночных тенденций или планирование бюджета, информационные технологии стали неотъемлемой частью экономической деятельности любой организации.

Крупные организации, имеющие в своем штате экономические службы, располагают широким спектром специализированных платформ и программных решений для выполнения сложных экономических расчетов. К таким платформам можно отнести:

– ERP-системы (Enterprise Resource Planning): SAP, Oracle, Microsoft Dynamics 365 – комплексные решения для управления всеми аспектами деятельности предприятия, включая финансы, логистику, производство и управление персоналом;

– Системы бюджетирования и финансового планирования: Hyperion, Anaplan – позволяют автоматизировать процессы бюджетирования, планирования и прогнозирования финансовых показателей;

– Системы бизнес-аналитики (BI): Tableau, Power BI, Qlik Sense – инструменты для анализа больших объемов данных, визуализации информации и принятия обоснованных управленческих решений;

– Специализированное программное обеспечение: предназначенное для отдельных отраслей, например, программное обеспечение для банковского сектора, страховых компаний или энергетических предприятий.

Однако, что делать малому бизнесу, который не располагает достаточными ресурсами для приобретения и внедрения дорогостоящих специализированных платформ? Зачастую, малые предприятия сталкиваются с проблемой ограниченного бюджета и недостатка квалифицированных специалистов, способных работать со сложными программными продуктами. Приобретение и внедрение условно «готовых» программных решений часто оказывается неподъемным бременем для начинающего или небольшого предприятия.

Оптимальным решением для малого бизнеса является использование уже имеющегося прикладного программного обеспечения, такого как Microsoft Office (Excel, Access) или аналогичного российского ПО (например, МойОфис, Р7-Офис). Эти программы, несмотря на свою кажущуюся простоту, обладают мощным функционалом, позволяющим решать широкий спектр организационно-управленческих задач, связанных с экономическими расчетами, анализом данных и планированием.

Особую ценность в прикладном ПО представляют макросы.

Макрос – это последовательность команд, записанная на специальном языке программирования (VBA в Excel). Он позволяет автоматизировать выполнение рутинных и повторяющихся операций, значительно экономя время и снижая вероятность ошибок.

Преимущества макросов:

Автоматизация: Макросы позволяют автоматизировать выполнение множества однотипных операций;

Экономия времени: Сокращается время на выполнение рутинных задач;

Сокращение ошибок: Автоматизированные процессы снижают вероятность человеческих ошибок.

Кастомизация: Можно настроить функциональность под конкретные нужды бизнеса.

Расширение функциональности: Позволяют расширить базовые возможности программы.

Разберём на примере. Представим, что вы планируете открыть небольшую кофейню. С помощью Excel и макросов можно:

Составить бизнес-план: рассчитать первоначальные инвестиции, спрогнозировать доходы и расходы, оценить рентабельность проекта.

Вести учет продаж: автоматически фиксировать продажи, рассчитывать выручку, анализировать популярность различных напитков и десертов.

Управлять запасами: отслеживать остатки ингредиентов, автоматически формировать заказы поставщикам при достижении критического уровня запасов.

Анализировать клиентскую базу: собирать и анализировать данные о клиентах, чтобы выявлять их предпочтения и разрабатывать маркетинговые акции. Например, можно создать макрос, который будет автоматически формировать отчет о продажах за день, неделю или месяц, а также визуализировать данные в виде графиков и диаграмм.

При открытии кофейни важно правильно рассчитать стартовые инвестиции, ежемесячные расходы, зарплату персонала, налоговые отчисления и прогноз прибыли. Для этого можно использовать разные инструменты, однако MS Excel + VBA – лучший выбор для детальных расчетов.

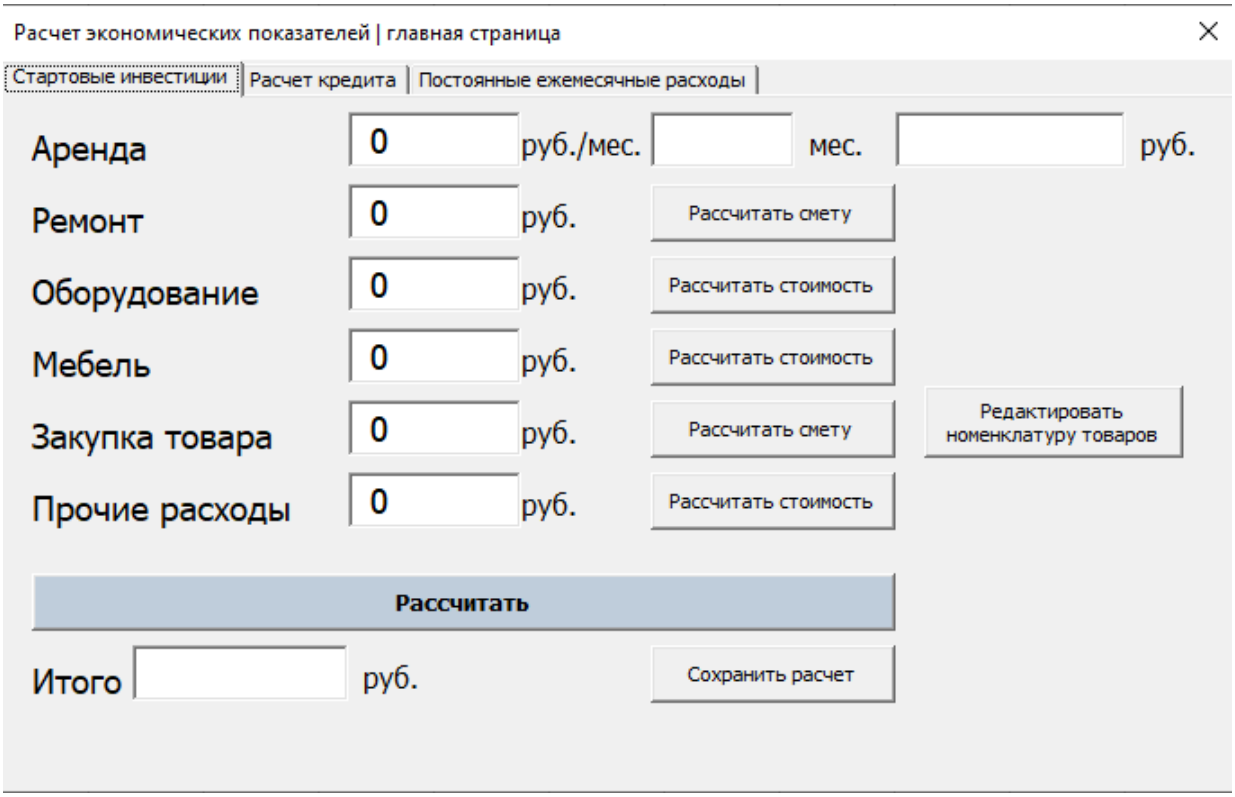


Рисунок 1 – Вкладка «Стартовые инвестиции»

В качестве стартовых инвестиций для открытия кофейни мы будем оперировать стоимостью первоначальной аренды, ремонта помещения, закупки торгового оборудования и мебели для обеденного зала и стоимостью первоначальной закупки товаров.

Для того, чтобы составить локальную смету на выполнение ремонтных работ, необходимо воспользоваться кнопкой «Рассчитать смету».

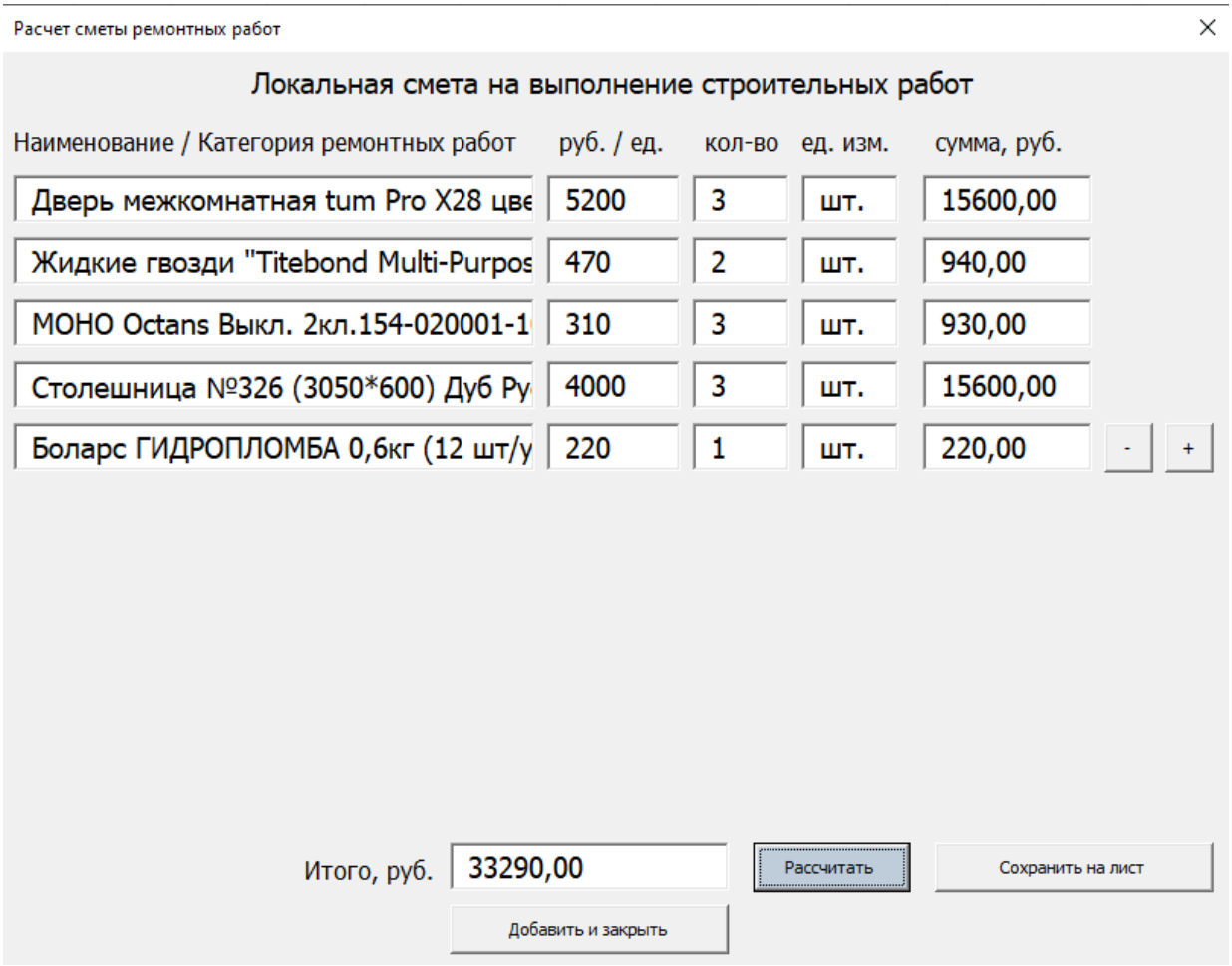


Рисунок 2 – Расчёт локальной сметы на выполнение ремонтных работ

В появившемся окне на формирование локальной сметы предлагается заполнить соответствующие строки. При нажатии на кнопку «Рассчитать» происходит подсчёт всех позиций, указанных в соответствующих строках, и появляется итоговая сумма в окне «Итого, руб.». Эта же сумма автоматически устанавливается на главной странице во вкладке «Стартовые инвестиции».

Аналогичным образом рассчитываются сметы на закупку торгового оборудования и мебели для обеденного зала.

Расчёт стоимости закупки товаров осуществляется выбором из выпадающего списка номенклатуры товаров. После выбора соответствующей позиции достаточно лишь указать необходимое количество – стоимость каждой позиции автоматически подгружается из номенклатуры товаров. Редактировать номенклатуру товаров возможно на стартовой вкладке с помощью кнопки «Редактировать номенклатуру товаров».

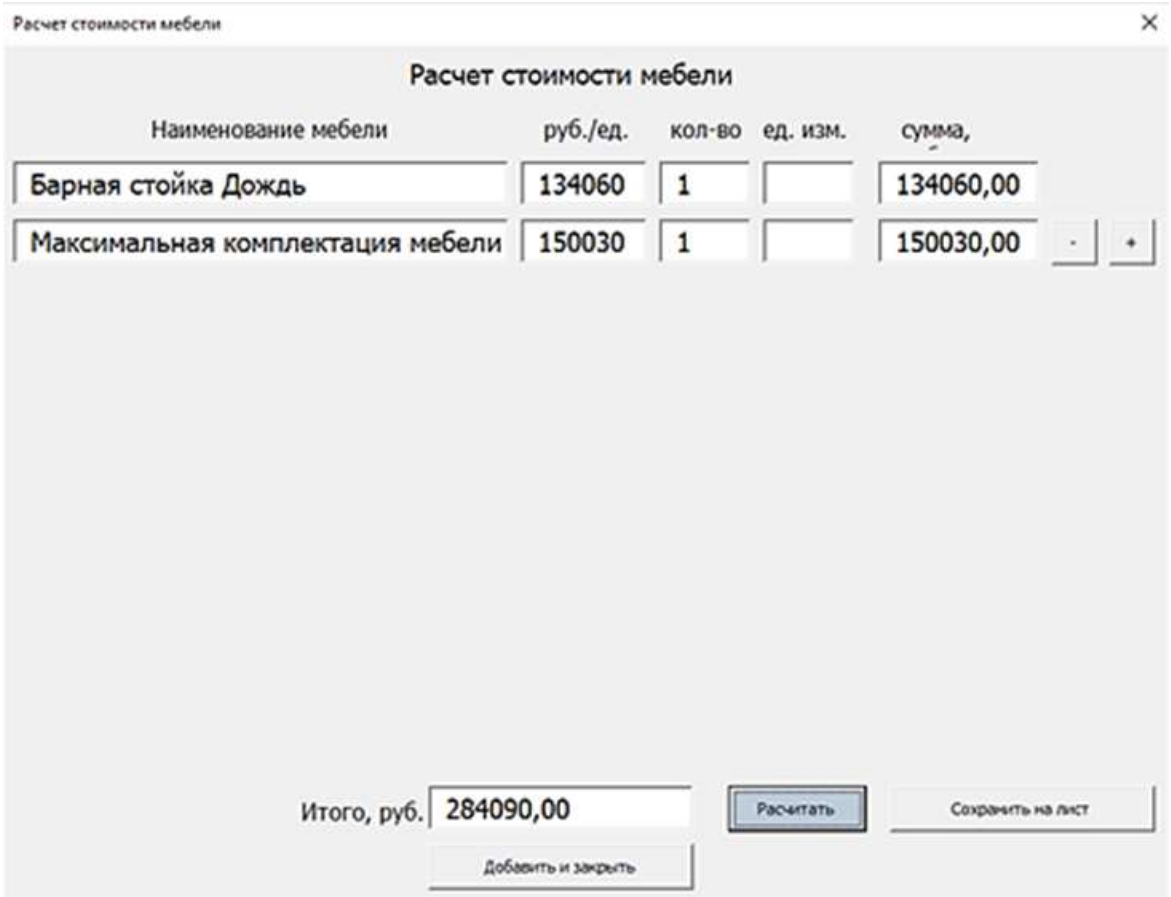
После расчёта всех необходимых инвестиций для старта, итоговые суммы автоматически устанавливаются в соответствующих окнах стартовой ячейки. При нажатии кнопки «Рассчитать» происходит общий подсчёт всех затрат, необходимых для открытия бизнеса и итоговая сумма автоматически записывается в соответствующем окне.

При необходимости все расчёты можно сохранить на лист Excel или вывести на печать, для чего можно воспользоваться кнопкой «Сохранить расчёт»

После получения итоговой суммы стартовых затрат предприниматель может оценить, у какого банка ему выгоднее было бы взять кредит и на какой срок. Для этого на главной странице ему необходимо воспользоваться вкладкой «Расчёт кредита»

Из выпадающего списка необходимо выбрать банк, вписать итоговую сумму стартовых инвестиций, срок кредитования в месяцах, а также выбрать тип графика. Процентная ставка банка подгружается автоматически.

а)



б)

а) закупку торгового оборудования; б) мебели для обеденного зала

Рисунок 3 – Расчёт сметы

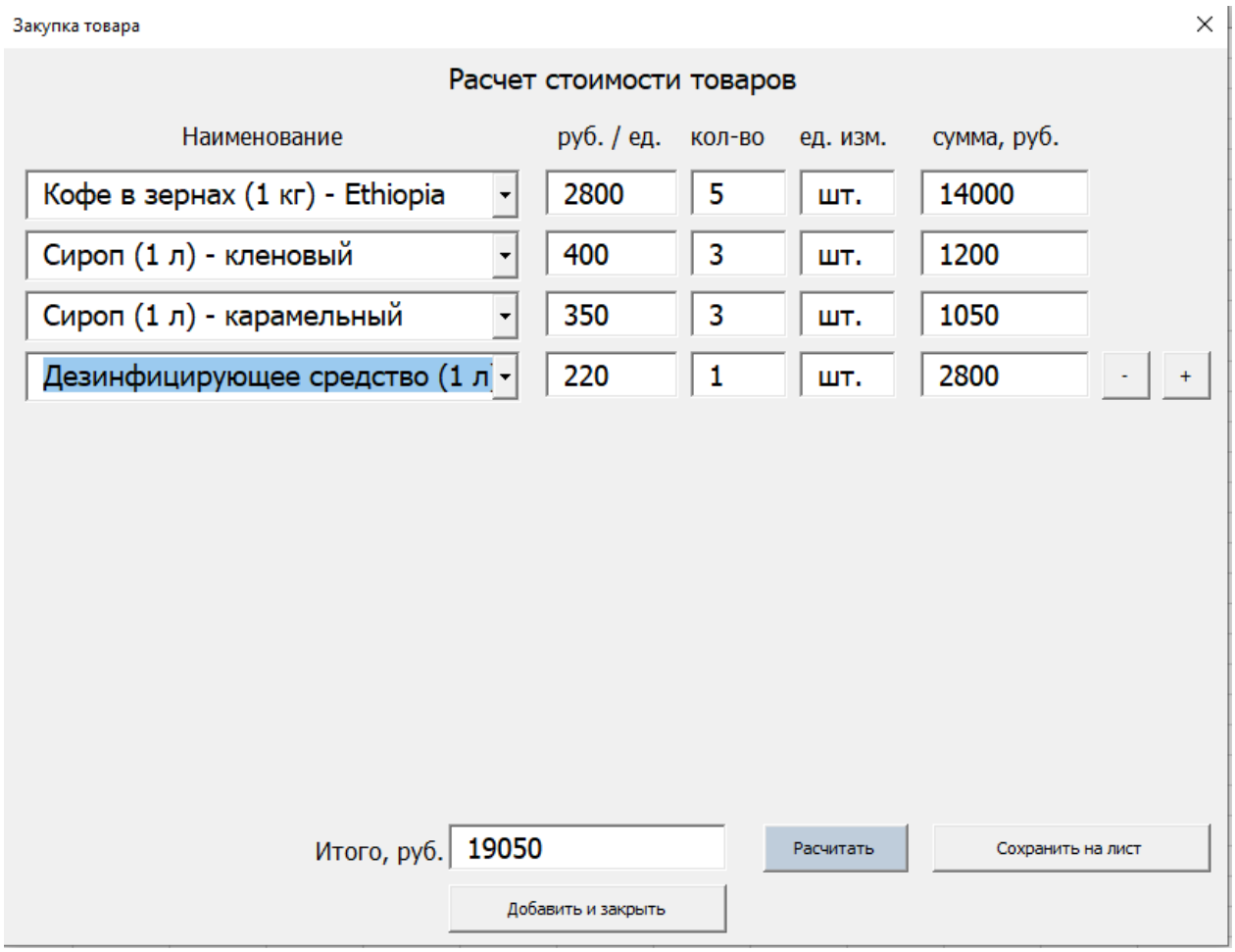


Рисунок 4 – Расчёт стоимости закупки товаров

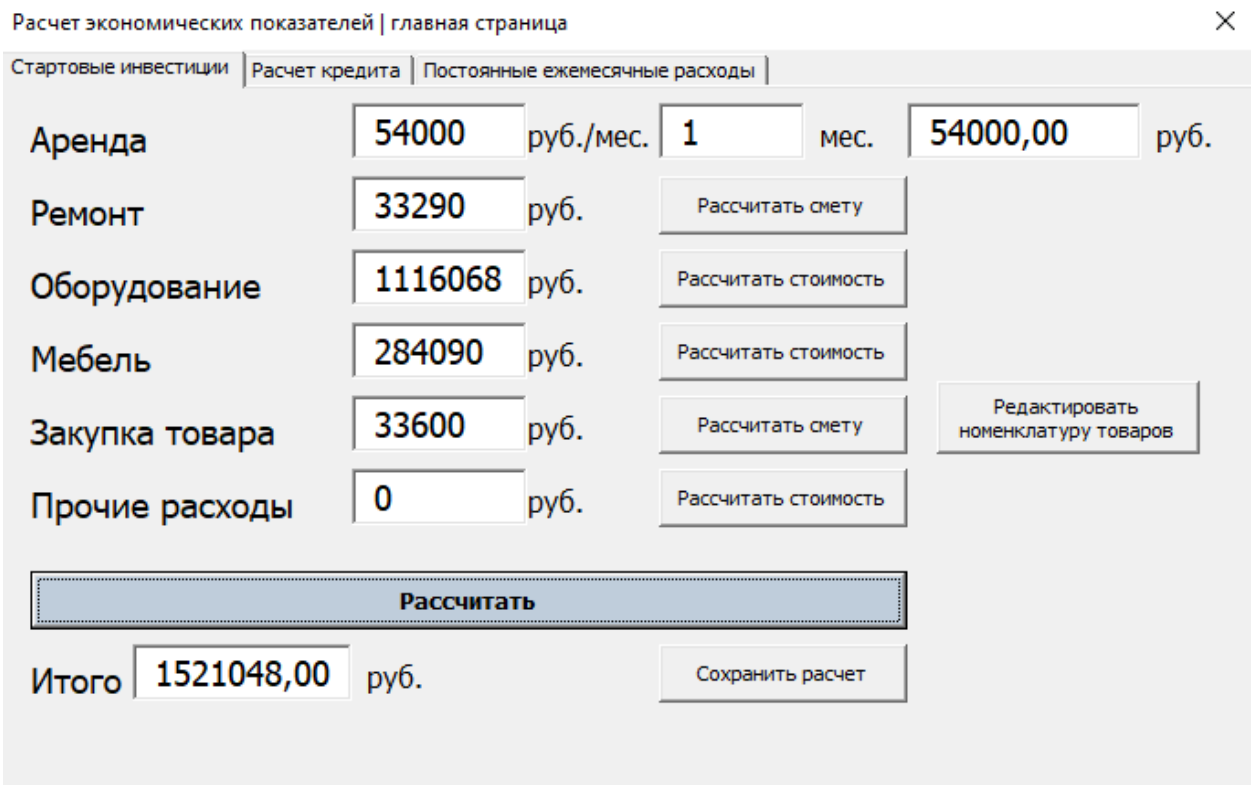


Рисунок 5 – Итоговый вид вкладки «Стартовые инвестиции»

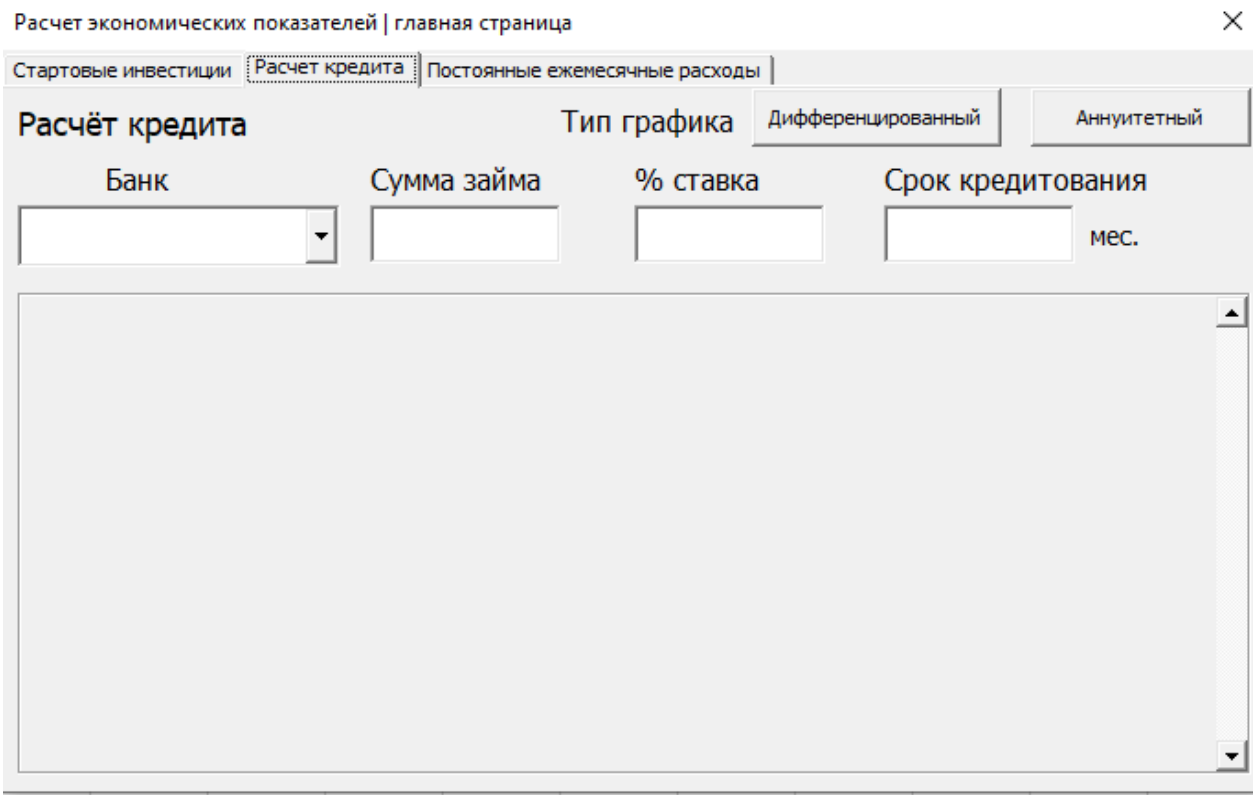


Рисунок 6 – Вкладка «Расчёт кредита»

При **дифференцированном графике** погашения кредита основная сумма долга рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{S}{N} \quad (1)$$

где P — фиксированная сумма основного долга, руб.;

S — сумма кредита, руб.;

N — количество месяцев.

Проценты рассчитываются на оставшуюся сумму долга. С каждым платежом сумма долга уменьшается, соответственно, и проценты также уменьшаются.

$$I_n = S_{n-1} \cdot r \quad (2)$$

где I_n — проценты за *n*-й месяц;

S_{n-1} — оставшаяся сумма долга на начало *n*-го месяца, руб.;

r — месячная процентная ставка (1/12 годовой ставки).

Общий месячный платёж A_n будет равен сумме фиксированной части основного долга и процентов.

$$A_n = P + I_n \quad (3)$$

При **аннуитетном графике** погашения кредита размер платежа A рассчитывается по формуле аннуитета, которая учитывает сумму кредита, процентную ставку и срок кредита:

$$A = S \cdot \frac{r \cdot (1 + r)^N}{(1 + r)^N - 1} \quad (4)$$

где S — сумма кредита, руб.;

r — месячная процентная ставка (1/12 годовой ставки).

N — количество месяцев.

После выбора соответствующего графика погашения кредита на вкладке формируется график, где указан ежемесячный платёж, остаток по кредиту, общая сумма выплат и указывается сумма переплаты.

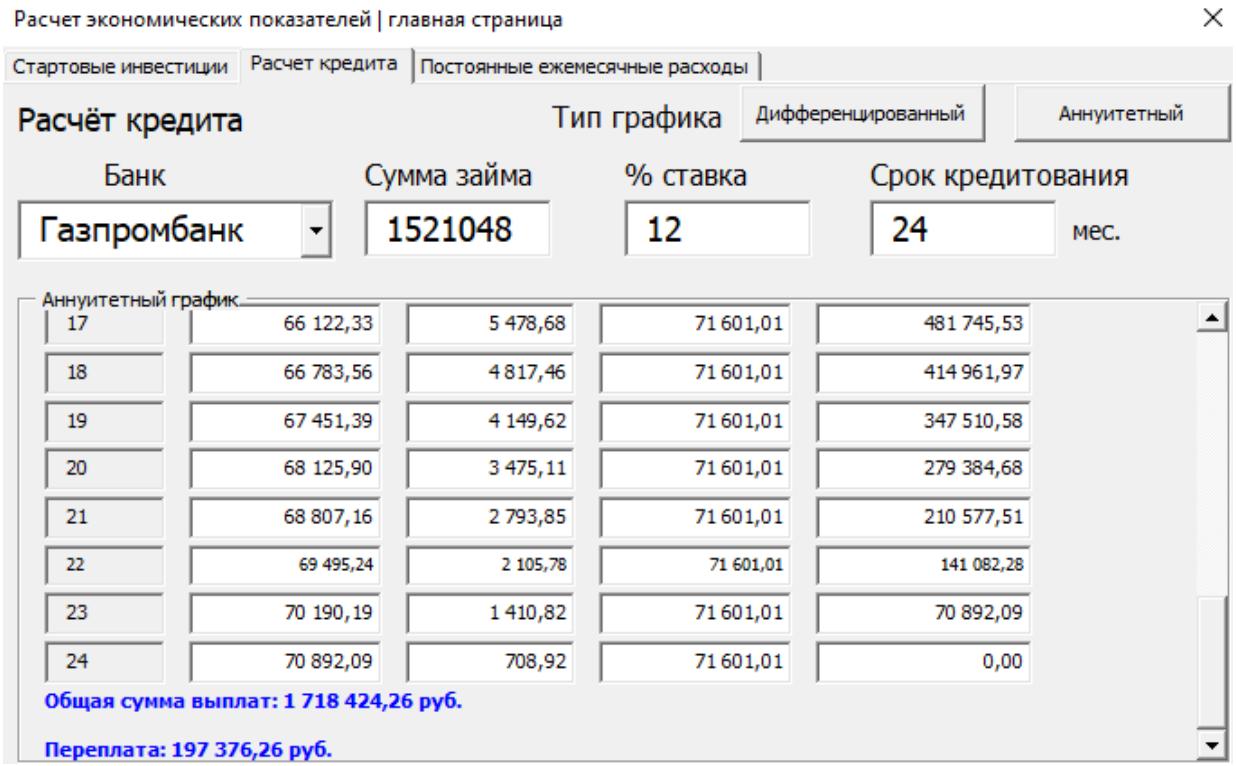


Рисунок 7 – Итоговый вид вкладки «Расчёт кредита»

Таким образом, предприниматель может выбрать для себя наиболее подходящий банк для кредитования и определить комфортный срок и график погашения кредита.

Несмотря на то, что все соответствующие расчёты произведены, предприниматель может использовать приложение в своей повседневной коммерческой деятельности. В приложении реализована вкладка расчёта постоянных ежемесячных расходов, из которых рассмотрим подробнее расчёт заработной платы.

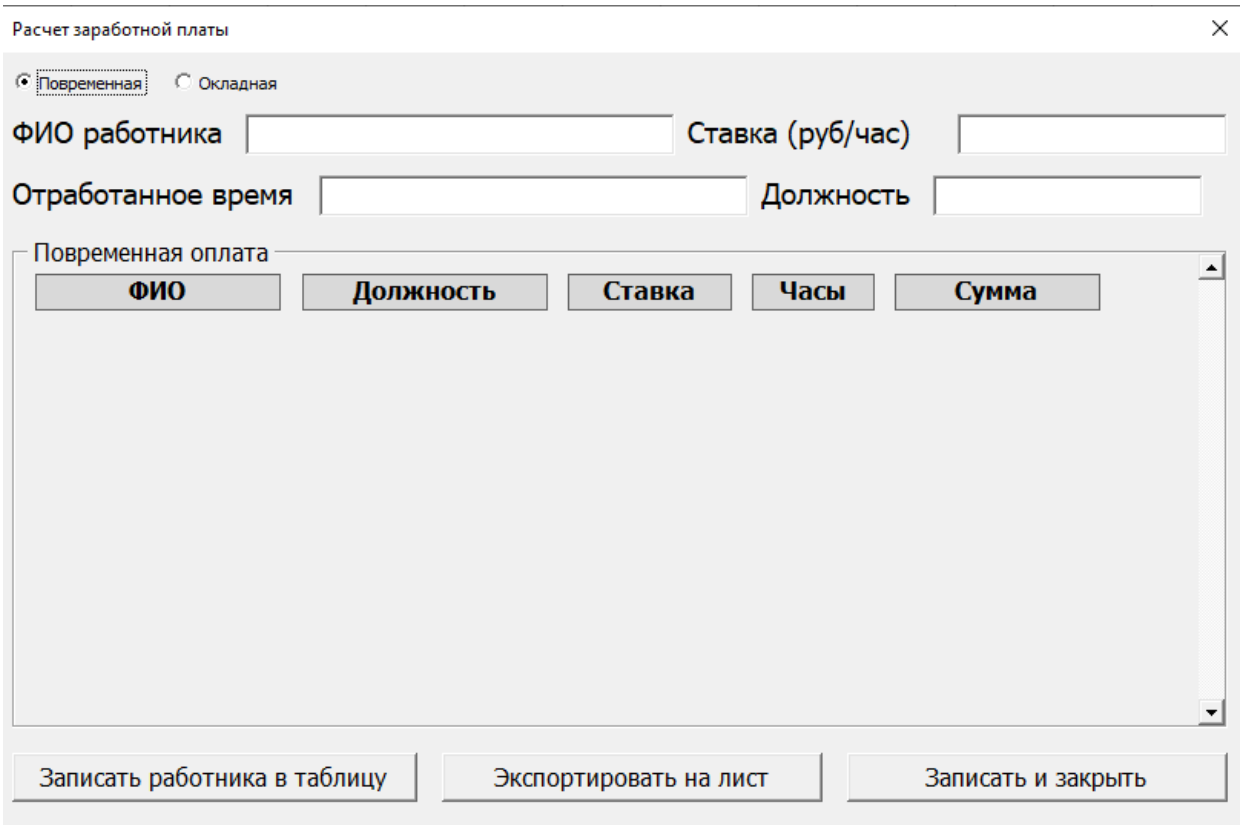


Рисунок 8 – Вкладка «Расчёт заработной платы»

Заполнением соответствующих полей и кнопкой «Записать работника в таблицу» происходит размещение работника в расчётную ведомость. На текущем этапе реализованы две системы оплаты труда: повременная и окладная. При повременной оплате труда автоматически происходит запись часовой тарифной ставки – необходимо только вписать количество фактически отработанных часов. При окладной системе оплаты труда – количество фактически отработанных дней в месяце.

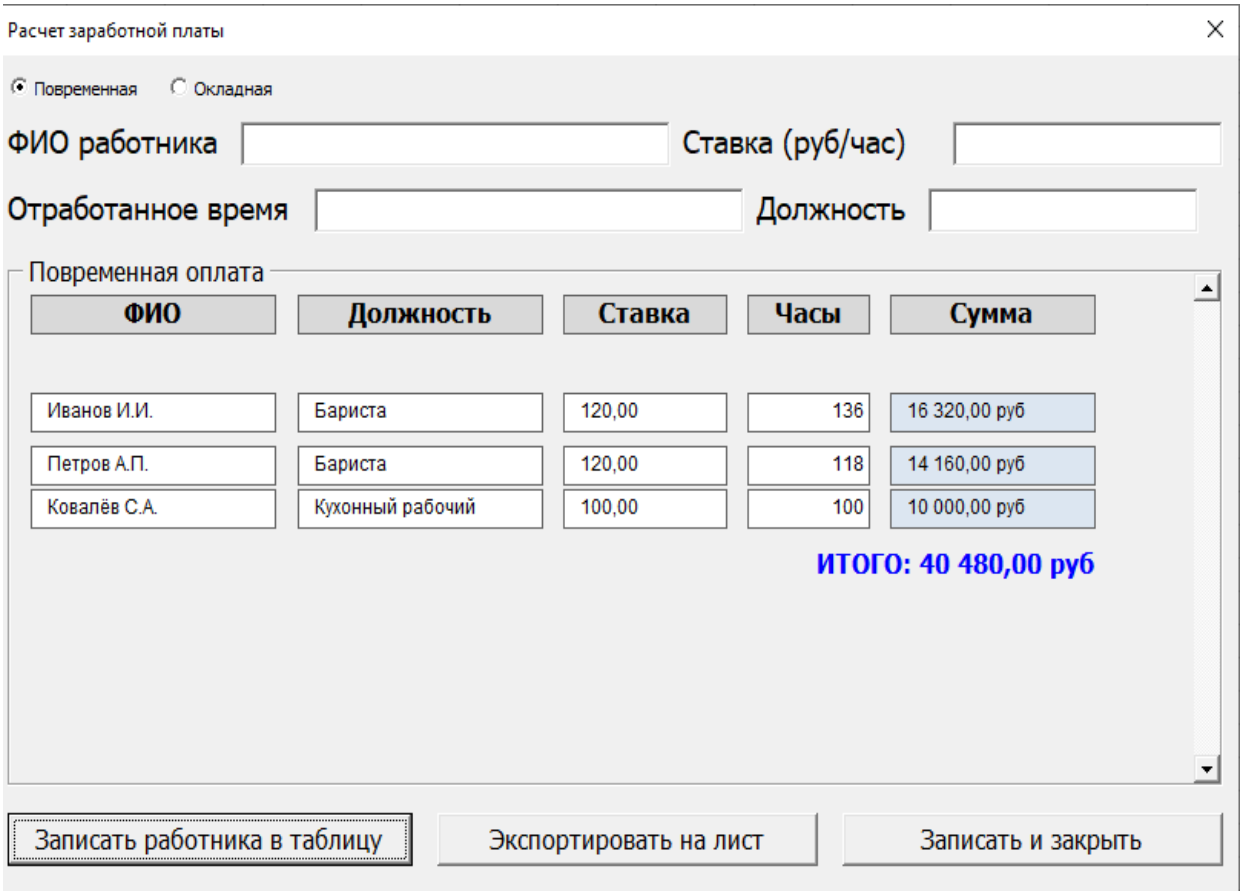


Рисунок 9 – Итоговый вид вкладки «Расчёт заработной платы»

Несмотря на свою кажущуюся простоту, прикладное ПО можно использовать для решения и более сложных задач, таких как анализ параметров разработки газового месторождения. Для этого потребуются более глубокие знания и навыки, но в целом, используя Excel или аналогичные программы, можно создать экономическую модель месторождения, оценить запасы газа, рассчитать экономически целесообразный объем добычи, рассчитать показатели рентабельности и т.д.

Заключение

Прикладное программное обеспечение, такое как Microsoft Office и аналогичное российское ПО, предоставляет малым предприятиям мощный и доступный инструмент для решения широкого спектра экономических задач. Используя возможности макросов и других функций, можно значительно автоматизировать процессы, повысить эффективность работы и принимать обоснованные управленческие решения. Не стоит недооценивать потенциал этих программ – они могут стать надежным помощником в развитии бизнеса и в различных задачах прикладного характера.

Библиографический список:

1. Порцева В.С., Попова И.Н. Обоснование выбора программного продукта для малого предприятия – В.С. Порцева, И.Н. Попова // StudNet – № 3 – 2020 г. – С. 452-457

УДК 622.276.52:33

Оценка коммерческой эффективности проекта газлифтной эксплуатации скважин с применением технологии газа высокого давления

Ильин Д. М.
Научный руководитель – Павловская А. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Добыча ресурсов на нефтегазоконденсатных месторождениях представляет собой сложный процесс, но, как и на других по классификации месторождениях, требует выполнить оценку вложенных инвестиций для добычи, в рамках предложенной технологии по добыче ископаемых.

В связи с тем, что в настоящее время условия для фонтанирования перестали выполняться, был выполнен перевод скважин с фонтанного способа эксплуатации на газлифтный способ с применением технологии ГВД. Перевод на данную технологию был одобрен недропользователем. Технология газа высокого давления была рекомендована в связи с тем, что рядом с месторождением проходит магистральный газопровод высокого давления.

В данной статье будет рассмотрена коммерческая эффективность газлифтной эксплуатации скважин с применением технологии ГВД и рассчитаны показатели эффективности капитальных вложений: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности срок окупаемости.

При эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений, находящихся на завершающей стадии разработки, одной из основных задач является обеспечение проектных показателей их разработки. Для достижения этих показателей необходимо выбрать технологию добычи с учетом таких условий как, геологических, технологических, экологических и экономических, а также не стоит забывать о рисках.

Эксплуатация таких месторождений характеризуется рядом осложнений, связанных с истощением пластовой энергии, что приводит в конечном итоге к прекращению фонтанирования – остановке скважины.

Возникающие осложнения требуют применения специальных технических и технологических решений.

На нефтегазоконденсатном месторождении внедрена газлифтная технология добычи жидкости с помощью газа высокого давления (ГВД). Этот способ эксплуатации скважин оказался технически возможным и экономически целесообразным, так как рядом с месторождением находится источник энергии ГВД – магистральный газопровод[2].

Предлагаемый способ предназначен для эксплуатации низкодебитных газлифтных скважин и представляет собой циклическую или постоянную закачку ГВД с последующим извлечением смеси пластового и закачанного газа с помощью газлифта.

Для использования данной технологии на нефтегазоконденсатном были выбраны скважины, на которых фонтанный способ не давал возможности достигнуть проектных показателей.

Для выполнения оценки коммерческой эффективности проекта эксплуатации скважин с применением технологии ГВД был выполнен расчет по капитальным затратам, а также сформированы исходные данные для выполнения требуемых расчётов.

В данном случае капитальными затратами являются затраты на научно-исследовательские работы и приобретение компрессорной установки с целью закачки сухого газа в пласт.

Расчет капитальных вложений учитывает затраты на исследования (затраты на научно-исследовательские работы), связанные с возможностью последующего использования газлфитных технологий, применяемых на скважинах нефтегазоконденсатного месторождения. Данные расходы определены в размере 1100 тыс.р., смета расходов приведена в таблице в левой части слайда. В соответствии с пп. 16 п. 3 ст. 149 НК РФ научно-исследовательские работы НДС не облагаются.

В таблице 1 приведен расчет капитальных вложений. Для добычи углеводородов способом газлифтной эксплуатации ГВД требуется покупка дожимной компрессорной установки, которая будет являться основными капитальными затратами. Итоговая сумма капитальных вложений составляет 61,42 млн руб.

Таблица 1 – Расчёт капитальных вложений.

Статья расходов	Величина затрат, млн. руб.
Цена дожимной компрессорной установки (ДКУ)	46,4
Транспортные расходы	4,64
Расходы на монтаж установки	9,28
Итого	60,32
Сметная стоимость НИР	1,1
Всего капительных затрат	61,42

В таблице 2 отражены рассчитанные эксплуатационные затраты на добычу нефти, газа и конденсата с помощью газлифтного способа с применением технологии ГВД. Расчёт был выполнен по методике из регламента на разработку нефтегазоконденсатного месторождения.

В эксплуатационных расходах учтены следующие основные статьи затрат:

- сырьё, топливо, основные и вспомогательные материалы;
- заработная плата;
- затраты на газлифт.

Всего эксплуатационных затрат на проект газлифтной эксплуатации скважин с помощью ГВД составляет 4473,2 млн руб. К эксплуатационным затратам были отнесены все возможные затраты на реализацию проекта, в том числе и налоговые доходы государства от реализации данного проекта.

После выполнения расчёта эксплуатационных затрат была выполнена работа по расчёту бюджетной эффективности. К доходам государства были отнесены следующие показатели: НДС, НДПИ, налог на прибыль, страховые взносы и тарифы, налог на имущество и НИОКР. За 10 лет реализации проекта газлифтной эксплуатации скважин с применением газа высокого давления недропользователь оплатит в бюджет Российской Федерации порядка 5,5 млрд. руб. или 5452,0 млн. руб.

НДС или налог на добавленную стоимость был рассчитан как выручка предприятия, умноженная на процентную ставку, которая была отражена в исходных данных и составляет 20 %. Суммарный НДС за 10 лет работы проекта составляет 1292,6 млн. руб.

Налог на добычу полезных ископаемых – это прямой налог от государства для недропользователей. Ставка налога для различных ресурсов имеет разное значение. На рассматриваемом нефтегазоконденсатном месторождении продукция скважин поступает по одной трубе на пункт сбора. НДПИ был рассчитан отдельно для каждого вида углеводородов (газ, газовый конденсат, нефть), но в конечных расчетах учитывался НДПИ суммарно для газа, газового конденсата и нефти, который составил за 10 лет – 3967,5 млн. руб.

Налог на прибыль рассчитывается как балансовая прибыль, умноженная на ставку налогообложения. Ставка налогообложения равна 20 %. В первые 4 года работы проекта, балансовая прибыль имела отрицательные значения, соответственно налог на прибыль ровнялся 0. За 10 лет проекта недропользователь в бюджет государства должен уплатить 148 млн. руб.

Таблица 2 – Эксплуатационные затраты, млн руб.

Параметр		Год										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого:
Вспомогательные материалы		4,0	3,7	5,1	4,1	5,3	5,0	6,5	7,0	11,0	13,1	64,9
Энергия		2,9	2,8	3,3	2,7	3,3	3,2	3,8	4,1	5,9	6,9	39,0
ЗП		8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	84,0
Амортизационные отчисления		12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,3
Текущий ремонт		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1
Прочие		9,1	8,8	10,0	9,0	10,1	9,9	11,1	11,5	15,0	16,8	111,3
Итого прямых затрат		39,5	38,8	41,9	39,3	42,3	26,5	29,7	31,0	40,3	45,2	374,6
Страховые взносы и тарифы		2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	25,6
НИОКР		1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,1	1,2	1,2	1,6	1,8	15,0
Налог на добычу	нефти	325,1	303,2	297,1	248,4	288,4	284,7	277,3	226,6	254,6	329,3	2834,6
	газа	38,2	34,5	52,7	45,8	54,6	51,8	68,2	63,6	90,9	114,9	615,2
	конденсата	4,6	4,0	26,4	13,2	20,4	15,8	41,5	107,8	149,1	135,0	517,7
	итого	367,9	341,7	376,2	307,4	363,4	352,2	387,0	397,9	494,6	579,2	3967,5
Итого налогов		372,0	345,8	380,4	311,5	367,7	355,9	390,7	401,7	498,7	583,5	4008,1
Итого текущих затрат без аморт. отчислений		411,5	384,6	422,4	350,9	409,9	382,4	420,5	432,7	539,0	628,8	4382,7
Затраты на газлифт		5,8	4,8	8,9	8,6	9,2	8,7	12,0	8,7	9,6	14,3	90,5
Всего эксплуатационных. затрат		417,3	389,5	431,3	359,4	419,1	391,1	432,4	441,4	548,6	643,1	4473,2

Таблица 3 – Результаты расчёта коммерческой эффективности газлифтной эксплуатации скважин с применением технологии ГВД

Параметр	Год											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого:
Капитальные затраты, млн. руб.	61,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,4
Объем реализации нефти, тыс. т	-	13,8	12,8	12,6	10,5	12,2	12,0	11,7	9,6	10,8	13,9	120,0
Объем реализации газа, млн $м^3$	-	27,2	24,6	37,5	32,6	38,9	36,9	48,6	45,3	64,7	81,8	438,1
Объем реализации конденсата, тыс. т	-	0,2	0,2	1,3	0,6	1,0	0,8	2,0	5,3	7,3	6,6	25,3
Выручка от реализации (с НДС), млн руб.	-	402,9	376,4	429,6	346,0	435,2	404,9	505,5	624,4	778,1	867,5	5170,5
НДС, млн руб.	-	100,7	94,1	107,4	86,5	108,8	101,2	126,4	156,1	194,5	216,9	1292,6
Эксплуатационные затраты, млн руб.	-	417,3	355,5	391,6	322,5	382,2	366,5	413,3	461,8	576,3	651,3	4338,3
Амортизационные отчисления, млн руб.	-	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	-	-	-	-	-	60,3
Прибыль от продаж, млн руб.	-61,42	-14,4	-13,1	-1,7	-13,4	16,1	13,8	73,1	183,0	229,5	224,4	636,0
Налог на прибыль, млн руб.	-	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	2,8	14,6	36,6	45,9	44,9	148,0
Чистая прибыль, млн руб.	-61,42	-15,6	-14,0	-2,4	-13,8	12,7	11,0	58,5	146,4	183,6	179,5	484,7
Чистый денежный поток, млн руб.	-61,42	-3,5	-1,9	9,7	-1,7	24,8	11,0	58,5	146,4	183,6	179,5	545,0
Бюджетная эффективность, млн руб.	-	474,0	440,9	488,5	398,4	479,8	459,9	531,7	594,4	739,1	845,3	5452,0
Коэффициент дисконтирования	1,0	0,893	0,797	0,712	0,636	0,567	0,507	0,452	0,404	0,361	0,322	-
Дисконтированный чистый денежный поток, млн руб.	-61,42	-3,1	-1,6	6,9	-1,1	14,1	5,6	26,5	59,1	66,2	57,8	-
ЧДД (NPV), млн руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169,0
Накопленная сумма ЧДД, млн руб.	-61,42	-64,6	-66,1	-59,2	-60,3	-46,2	-40,6	-14,2	45,0	111,2	169,0	-
Индекс доходности, руб./руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,75
ВНД	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17%
Срок окупаемости, года	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,2

Страховые взносы и тарифы имеют прямое влияние к зарплатной плате сотрудников предприятия. Заработная плата представляет собой произведение численности персонала на обслуживание добывающих скважин на среднегодовую зарплату 1 работника. Страховые взносы и тарифы равны 30 процентам от затрат на зарплату и ровняется 2,6 млн руб ежегодно и за 10 лет это число равно 25,6 млн. руб.

Налог на имущество определяется как среднегодовая остаточная стоимость основных фондов (сумма стоимости основных фондов на начало и конец года, разделенная на 2) умноженная на ставку налога на имущество. С 6 года реализации проекта налог на имущество равен 0, поскольку остаточный фонды равны 0. За всё время реализации проекта налог на имущество составил 3,32 млн. руб.

Расходы, связанные с производством и реализацией, включают в себя расходы на научные исследования и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) и регулируется ст. 262 НК РФ. НИОКР за 10 лет составил 15 млн. руб.

Основными показателями коммерческой эффективности капитальных вложений являются: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход (интегральный эффект) представляет собой сумму дисконтированных годовых чистых доходов.

Если ЧДД проекта положителен, проект является эффективным.

Индекс доходности (прибыльности) Iд представляет отношение чистого дисконтированного дохода к приведенным капитальным вложениям КО, увеличенное на 1.

Проект считается рентабельным, если внутренняя норма доходности не ниже нормы дисконта. Значение внутренней нормы доходности для данного проекта может трактоваться как нижний гарантированный уровень прибыльности инвестиций.

В таблице 3 представлены результаты расчёта на период 10 лет. Полученные данные, говорят о том, что проект является эффективным, так как были получены следующие показатели:

- капитальные вложения – 61,42 млн руб.;
- чистая прибыль – 484,7 млн руб.;
- ЧДД (NPV) – 169 млн руб.;
- Индекс доходности – 3,75;
- ВНД – 17 %;
- Срок окупаемости – 8,2 лет.

Оценка коммерческой эффективности проекта газлифтной эксплуатации с помощью газа высокого давления для нефтегазоконденсатного месторождения была выполнена и показала, что проект является эффективным. В ходе выполнения работы были выполнены такие расчеты, как расчет капитальных затрат, расчет эксплуатационных затрат, расчет бюджетной эффективности проекта, расчет выручки и прибыли предприятия, а также была создана таблица результатов расчета коммерческой эффективности, по которой была выполнена оценка.

Библиографический список:

1. Павловская А.В. Планирование производства на предприятиях нефтяной и газовой промышленности: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ухта: УГТУ, 2020. –223 с.

2. Роганов, Р.В. Технологические и технические решения по эксплуатации обводняющихся и обводненных газоконденсатных скважин / Р.В. Роганов, Г.М. Квачантирадзе, С.А. Погуляев, В.Д. Балашова // Вести газовой науки: науч.-технический сб. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – № 1 (33): Актуальные проблемы добычи газа. – С. 254–257.

СЕКЦИЯ 18. ЭКОЛОГИЯ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 628.147.25

Повышение эффективности ликвидации разливов нефтепродуктов на болотах

Долгодворов М. В.
Научный руководитель – Алефиров И. А.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Ликвидация разливов – это не просто техническая процедура, это комплексный подход, который помогает сохранить окружающую среду, защитить здоровье людей и обеспечить устойчивое развитие [1].

В работе рассмотрены существующие методы ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, определены преимущества и недостатки каждого из способов. Также, предложено альтернативное решение, направленное на повышение эффективности ликвидации разливов на болотах.

Актуальность темы обусловлена следующими причинами:

1. Защита окружающей среды. Предотвращение загрязнения почвы и воды, сохранение биоразнообразия, предотвращение глобальных экологических катастроф, например, разливы нефти в океане могут привести к гибели морских животных, загрязнению пляжей и нарушению туристической отрасли.

2. Защита человеческого здоровья. Предотвращение отравления, снижение риска пожаров: Некоторые разливы, например, нефти, представляют собой серьезную пожарную опасность. Сохранение здоровья работников: Ликвидация разливов – опасная работа, которая требует специальной подготовки и техники безопасности.

3. Экономические последствия. Снижение ущерба имуществу, предотвращение экономических потерь, восстановление и компенсация: Ликвидация разливов позволяет быстрее восстановить загрязненные территории и компенсировать ущерб пострадавшим.

4. Социальная ответственность. Обеспечение безопасности, сохранение ресурсной базы, повышение экологической грамотность.

Для ликвидации разливов нефти применяют четыре основных метода: механический, термический, физико-химический и биологический (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Методы сбора нефти

Метод сбора нефти	Принцип действия
Механический метод	Самый часто используемый метод экстренной ликвидации аварии. Его суть заключается в том, что сначала участок водной поверхности, который был поражён, перекрывают боновыми ограждениями, после этого проводят ручной сбор, либо используя специальное оборудование – нефтесборщики, или скиммеры
Термический метод	Термический метод очистки водной поверхности от разлившейся нефти путем выжигания поверхностного слоя загрязнения является самым небезопасным и древним, но используется и по сей день
Биологический метод	Биологический метод довольно действенный и, при этом, экологичный способ ликвидации разливов нефти – это использование нефтеокисляющих микроорганизмов.
Физико-химический метод	Физико-химические методы - эмульгирование нефтяной пленки выполняют с помощью диспергентов – композиций, содержащих ПАВ, растворители, стабилизаторы образующейся эмульсии и различные добавки синтетического происхождения

Ликвидация разлива нефтепродуктов требует быстрого их сбора и нейтрализации негативного воздействия на окружающую среду. Для этого используются сорбенты – вещества, впитывающие газы, пары, жидкости, в том числе нефтепродукты всей своей массой [3].

Это материалы органического и неорганического происхождения, которые после впитывания токсинов, увеличиваются в объеме и весе – набухают. Их изготавливают из цеолита, в основе которого вулканическая пыль, торфяного мха или древесного угля. Сорбенты очень хорошо впитывают сырую нефть, дизельное топливо, керосин, бензин, машинное масло, агрессивные химикаты как в пресных и соленых водоемах, так и на грунте.

Продукты для очистки территории от нефтепродуктов подбираются по следующим характеристикам: водопоглощение, нефтепоглощение, сорбционная емкость, степень отжима нефти, насыпная плотность, скорость поглощения, средний вес, негорючесть, возможность биоразложения.

В настоящее время для устранения разливов нефти на болотах используют либо рулонные, либо шипучие (Болтнефтесорб, Ньюсорб) сорбенты (рисунок 1).

Рисунок 1 – Рулонный сорбент (слева) и шипучий сорбент (справа)

«Ньюсорб» – это торфяной сорбент, чаще всего применяемый для сбора нефти, нефтепродуктов и технических жидкостей с грунта, и водной поверхности, а главное – одинаково эффективный при любых погодных условиях и низких отрицательных температурах.

Важно отметить, что данный сорбент, впитав нефтепродукт на водной поверхности, не тонет длительное время, что позволяет собрать его, не загрязняя. Следует так же знать, что «Ньюсорб» - это гидрофобный сорбент, и при использовании не впитывает воду. Сорбент «Ньюсорб» изготавливается из экологически чистого природного сырья – торфа.

Преимущества:

- Максимальная сорбционная емкость среди всех сорбентов, которые делаются из органических веществ.
- Удобство нанесения, сбора и последующей утилизации.
- Универсальный гидрофобный сорбент для водной и твердой поверхности.

В процессе производства сырье проходит особую термическую обработку для исключения содержания патогенной микрофлоры и получения гидрофобных свойств, обеспечивающих его долговременную плавучесть.

Экосорб является экологичным и природным нефтесорбентом, изготовленным из отхода сахарной промышленности, и обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к нефтепродуктам.

Преимущества:

- Обладает высокой нефтеемкостью, что позволяет ему эффективно впитывать нефтепродукты из окружающей среды.

- Производится из отходов сахарной промышленности и не содержит вредных химических веществ, что делает его экологически безопасным.

- Очень прост в использовании и утилизации.

- Универсален и может использоваться в различных условиях, включая промышленные, морские и другие среды.

Альтернативным решением являются сорбирующие боны, которые применяются для локализации разливов и сбора нефти / нефтепродуктов на земле, в водоемах со стоячей или проточной водой средней интенсивности скорости течения, а также в качестве фильтр барьеров нефтепродуктов на очистных сооружениях.

В данной работе рассматривается возможность использования сорбирующего бона PRO-OIL (рисунок 2), ввиду экономической выгоды в сравнении с обычными сорбентами [4].

Рисунок 2 – Внешний вид сорбирующего бона

Особенности:

- имеет высокую степень гидрофобности и износостойкости;

- возможность многоразового применения (до 10 раз);

- высокая сорбционная емкость (до 65 литров нефтепродукта на 1 бон барьер без учета отжима и повторного применения);

Преимущества:

- высокая скорость впитывания веществ (сорбции);

- большая сорбционная емкость (до 18 раз больше своего веса);

- возможность использования на воде (не тонет);

- может работать как фильтр;

- возможность повторного использования;

- износостойкость (покрыто слоем спанбонда);

- универсальность приминения (впитывает различные нефтепродукты).

Материал изделий из нетканого полотна можно регенерировать путем отжима и повторного использования до 10 раз. Также собранную данными бонами жидкость можно повторно использовать, либо утилизировать.

Утилизация отработанных сорбирующих материалов определяется в соответствии с местными и федеральными постановлениями и регулированиями. За рекомендациями необходимо обращаться в утилизирующие организации. Варианты утилизации могут включать в себя сжигание, захоронение в соответствии с правилами и постановлениями, или сдача специализированным организациям как веществ, имеющих соответствующий класс опасности.

Оценка экономической эффективности применяемых решений по ликвидации разливов нефти является важным аспектом в обеспечении экологической безопасности и минимизации ущерба для окружающей среды и экономики. В условиях растущей нефтедобычи и транспортировки риски аварийных ситуаций возрастают, что требует разработки и внедрения экономически целесообразных и эффективных методов ликвидации последствий разливов.

Целью данного анализа является выявление наиболее эффективных и экономически целесообразных методов ликвидации разливов нефти, которые позволят минимизировать ущерб для окружающей среды и обеспечить устойчивое развитие нефтяной отрасли.

В таблице 2 приведено сравнение эффективности сорбентов, используемых сейчас на производстве, и сорбирующего бона, предлагаемого в качестве альтернативы. Как видно из таблицы, бон значительно превосходит применяемые сорбенты по количеству впитываемой нефти на кг продукта и, как следствие, сокращает расход продукта на устранение разлива.

Таблица 2 - Сравнение и эффективность сорбентов

Наименование	Количество продукта, кг	Количество впитываемой нефти, кг	Цена, руб./кг	Количество продукта для устранения 1 т нефти, кг
Сорбент «Ньюсорб»	3,5	1,75	278	2000
Сорбент «Экосорб»	3,5	1,4	140	2500
Сорбирующий бон «PRO-OIL»	3,5 (1 бон)	60	685	58 (17 бонов)

Исходя из проведенных расчетов (таблица 3), можно сделать следующий вывод – при использовании сорбирующего бона «PRO-OIL», как альтернативу сорбента «Ньюсорб», экономия составит 517.000 рублей на утилизацию 1 тонны нефти.

А, если использовать сорбирующего бон «PRO-OIL», в качестве альтернативы сорбента «Экосорб» экономия составит 311.000 рублей на утилизацию 1 тонны нефти.

Таблица 3 - Сумма затрат при утилизации 1 т нефти

Наименование	Сорбент «Ньюсорб»	Сорбент «Экосорб»	Сорбирующий бон «PRO-OIL»
Сумма затрат при утилизации 1000 кг нефти, руб	556000	350000	39000 – использование каждый раз нового бона бона 4800 – использование бона после его выжимки

Ликвидация разливов – это не просто техническая процедура, это комплексный подход, который помогает сохранить окружающую среду, защитить здоровье людей и обеспечить устойчивое развитие.

Библиографический список:

1. «Разливы нефти: причины, последствия, меры по ликвидации» / под ред. В.И. Губина. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016.
2. Осипов Э. Ю., Гузенко В. В., Нехорошев М. С. Предотвращение и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов: учебное пособие. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций, 2010.
3. Обзор рынка сорбентов (поглотителей) для ликвидации разливов нефтепродуктов в России (INFOMINE Research Group). –М.: 2022
4. Xu X., Liu W., Tian Sh., Wang W., Qi Q., Jiang P., Gao X., Li F., Li H., Yu H. Petroleum Hydrocarbon-Degrading Bacteria for the Remediation of 69 Oil Pollution Under Aerobic Conditions A Perspective Analysis // Frontiers in Microbiology. 2018. V. 9. P. 2885.

УДК 347.26

Сервитут: понятие и виды

Ворошнина К. И.
Минприроды Республики Коми, г. Ухта, Россия

Земля является основой жизни и деятельности человека, природным объектом и ресурсом, подпадающим под правовую защиту, используется в качестве средства производства в сельском и лесном хозяйствах. Земля и другие природные ресурсы могут принадлежать частным лицам, государству, муниципалитетам или находиться в других формах владения [1].

Лица, обладающие правом на земельные участки, включают в себя собственников, арендаторов, землепользователей и землевладельцев. Собственник земли имеет право свободно распоряжаться всем, что расположено выше и ниже её поверхности, если это не противоречит законодательству и не ущемляет права окружающих. Он может продать участок, передать его в дар, использовать в качестве залога или сдать в аренду, а также совершить с ним любые другие юридически допустимые действия.

Земельными участками, находящимися в частной собственности, юридические либо физические лица могут распоряжаться по своему усмотрению, включая все природные компоненты, расположенные на их территории, если это не противоречит действующему законодательству [2].

С развитием частной собственности на землю формируется и совершенствуется система сервитутов. Зачастую, в отношении отдельного земельного участка существуют препятствия для его полноценной эксплуатации, такие как недоступность водных ресурсов или отсутствие непосредственного проезда к дороге общего пользования. Чтобы сделать возможным и экономически обоснованным использование данного участка, появляется необходимость в использовании прилегающей территории. Это позволяет владельцу ограниченного участка получить доступ к необходимым ресурсам или инфраструктуре, тем самым повышая ценность и полезность его земли. Сервитут становится правовым инструментом для решения подобных проблем.

Сервитут – это право лица (лиц) на ограниченное пользование чужими землями или чужими земельными участками. Владельцами сервитута являются лица, имеющие право на ограниченное использование чужих земель. Это означает, что собственник недвижимости (земельного участка) может потребовать от владельца соседнего участка предоставить ему право ограниченного использования этой земли.

Сервитут может быть предоставлен для удовлетворения других потребностей владельца недвижимости, если их невозможно удовлетворить без предоставления сервитута. Сервитут может устанавливаться для обеспечения прохода и проезда через соседний земельный участок, строительства, реконструкции и (или) эксплуатации линейных объектов, не препятствующих использованию земельного участка в соответствии с разрешенным использованием, а также других нужд собственника недвижимого имущества, которые не могут быть обеспечены без установления сервитута.

Для того чтобы установить сервитут, необходимо заключить соглашение между лицом, которое хочет получить право ограниченного пользования чужим земельным участком, и собственником этого участка. Сервитут подлежит регистрации. Если сервитут не зарегистрирован, то он считается недействительным. Исключение составляют земельные участки, которые находятся в государственной или муниципальной собственности. В этом случае сервитут может быть установлен на срок не более трёх лет [3].

Публичный сервитут не подлежит государственной регистрации в реестре прав на недвижимость (ЕГРН). Часть земельного участка, на которую распространяется публичный сервитут, также не вносится в кадастр недвижимости ЕГРН. В реестр границ ЕГРН вносятся сведения об установлении публичного сервитута.

Таким образом, в случае установления публичного сервитута на земельный участок запись об ограничении (обременении) – государственной регистрации сервитута - в реестр прав на недвижимость ЕГРН не вносится. Публичный сервитут считается установленным со дня внесения сведений о нем в ЕГРН [5].

В случае, если земельный участок, на который распространяется сервитут, находится в аренде или безвозмездном пользовании у государства или муниципалитета, срок сервитута не может быть больше срока аренды или безвозмездного пользования.

Срок публичного сервитута устанавливается уполномоченным органом и указывается в соответствующем решении [2].

Сервитут устанавливается только в том случае, если нет другого способа удовлетворить нужды лица, в пользу которого устанавливается сервитут. При этом собственник земельного участка, на который установлен сервитут, должен иметь возможность использовать его по назначению.

Собственник участка, на который наложен сервитут, может потребовать от лиц, в чьих интересах установлен сервитут, плату за использование участка. По требованию собственника земельного участка, обремененного сервитутом, сервитут может быть прекращен ввиду отпадения оснований, по которым он был установлен. В случаях, когда земельный участок, принадлежащий гражданину или юридическому лицу, в результате обременения сервитутом не может использоваться в соответствии с целевым назначением участка, собственник вправе требовать по суду прекращения сервитута. Сервитут может быть установлен на здания, сооружения и другое недвижимое имущество, которое необходимо использовать отдельно от земельного участка.

Сервитут не может быть самостоятельным предметом купли-продажи, залога и не может передаваться каким-либо способом лицам, не являющимся собственниками недвижимого имущества, для обеспечения использования которого сервитут установлен [3].

Публичный сервитут обеспечивает интересы государства, местных органов власти или местного населения. С владельцем земельного участка заключается соглашение о сервитуте. Сервитут можно установить по соглашению сторон или через суд, если собственник соседнего участка не согласен на заключение соглашения.

Публичные сервитуты могут устанавливаться, в частности, для прохода или проезда через земельный участок, размещения на нем межевых знаков, для забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов, водопоя, для прогона через участок сельскохозяйственных животных, для сенокошения и выпаса на земельных участках сельскохозяйственных животных.

Разница между сервитутом и публичным сервитутом – способы их установления и чьи интересы они затрагивают. Например, собственник земельного участка для прокладки линии электропередачи или газопровода к своему участку может заключить соглашение с собственником соседнего земельного участка, через который коммуникации будут подведены. В этом случае речь идет о сервитуте. Если же через район индивидуальной жилой застройки необходимо провести коммуникации для вновь застраиваемой территории, устанавливается публичный сервитут [2].

В отличие от сервитута, аренда земельного участка предоставляет арендатору более широкие полномочия. Так, при определённых условиях арендатор может строить на участке здания, имеет право собственности на посевы и посадки сельскохозяйственных культур, а также получать доход от их реализации. В то же время, у лица, в пользу которого установлен сервитут, права ограничены. Например, сервитут может быть установлен только для прохода или проезда через соседний участок.

В зависимости от характера предоставляемых прав, сервитуты можно разделить на две категории: положительные и отрицательные:

1. Положительный сервитут даёт право на определённое физическое воздействие на чужую недвижимость. Например, это может быть право на проход, проезд, прогон скота или на прокладку линейных сооружений, таких как трубопроводы, кабели или линии электропередачи.

2. Отрицательный сервитут, напротив, даёт право запрета на определённые действия в отношении собственного имущества, например, запрет на соседнем участке строительства, загораживающего вид или лишающего доступа света, вывод окон на соседний земельный участок, высадка тенистых деревьев [5].

В Проекте № 47538-6 Федерального закона «О внесении изменений в части первую, вторую, третью и четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации, а также в отдельные законодательные акты Российской Федерации» появилась новая классификация сервитутов, которая теперь предлагает делить сервитуты на сервитуты перемещения, строительные сервитуты, сервитут мелиорации, горный сервитут и коммунальный сервитут.

В свою очередь, сервитуты перемещения делятся на три типа: сервитут прохода, сервитут прогона скота и сервитут проезда. Разделение основано на различных правах, которые предоставляются участникам сервитутных отношений в зависимости от типа сервитута. Например, при установлении сервитута прогона скота исключается возможность проезда на автомобиле, в то время как при сервитуте проезда такая возможность сохраняется.

Однако кажется, что такое разделение сервитутов перемещения слишком обширно и избыточно. Ведь по своей сути сервитут прохода и сервитут прогона скота ничем не отличаются. Более того, в проекте уже указано право на проход людей и перемещение их вещей через земельный участок или другую вещь, которая служит для нужд владельца господствующей вещи при установлении сервитута прохода. Поскольку животные в соответствии со статьёй 137 Гражданского кодекса Российской Федерации приравнены к вещам, то прогон скота можно рассматривать как перемещение их вещей через земельный участок или другую служащую вещь. В связи с этим предлагается исключить из статьи 301.6 проекта сервитут прогона скота.

В отношении строительных сервитутов можно выделить два типа: сервитут стройки и сервитут опоры. Сервитут стройки устанавливается на период строительства, капитального ремонта или реконструкции здания или сооружения, если господствующий участок недостаточен для проведения строительных работ. Сервитут опоры устанавливается, когда здание или сооружение, расположенное в границах земельного участка или другой служащей вещи, используется для опоры конструкций здания или сооружения, в том числе возводимого или реконструируемого, в границах господствующей вещи. В установлении сервитута опоры не может быть отказано, если такая опора необходима в соответствии со строительными нормами и правилами.

Сервитут мелиорации может быть установлен для обеспечения нормальной эксплуатации господствующего земельного участка путем подвода или отвода воды на господствующий земельный участок или с господствующего земельного участка. Сервитут мелиорации позволяет осуществлять отвод или подвод грунтовых, или поверхностных вод, вод от наземных и подземных источников при необходимости осушения или обводнения земельного участка. В этих целях собственник господствующего земельного участка вправе устраивать сток воды и проводить для его устройства необходимые земляные работы, осуществлять строительство наземных, надземных или подземных сооружений, их эксплуатацию, текущий и капитальный ремонт.

Говоря о горном сервитуте, важно отметить, что его концепция вызывает множество дискуссий. Одной из причин этого является то, что теоретические разработки в области горного права недостаточно чётко определены. В частности, в концепции не учитывается, что участок недр может быть не только господствующим, но и служащим. В некоторых научных работах предлагается заменить термин «горный сервитут» на «земельный сервитут для целей недропользования», поскольку он более точно отражает суть вопроса.

На служащем земельном участке разрешается в целях геологического изучения недр, разведки или добычи полезных ископаемых, помимо размещения оборудования, проводить геологические исследования, искать и добывать полезные ископаемые. При этом разрешается строить объекты недвижимости, проводить геологические исследования, поиск и добычу полезных ископаемых в соответствии с законодательством о недрах.

Важно отметить, что при горном сервитуте разрешено добывать полезные ископаемые только шахтным методом или методом бурения. Создание карьера на участке, обременённом горным сервитутом, то есть открытая добыча полезных ископаемых, не допускается. Также запрещено размещать отходы в границах служащего земельного участка производства, такие как отвалы горных пород, шламохранилища и другие.

Говоря о коммунальном сервитуте, можно отметить его сходство со строительным сервитутом. В обоих случаях предоставляется право проводить строительные и ремонтные работы с использованием служащего земельного участка или другого объекта, который служит для этой цели. Однако есть и различия. В случае с коммунальным сервитутом речь идёт о размещении, эксплуатации, ремонте и реконструкции объектов коммунального назначения, таких как водопроводы, газопроводы, нефтепроводы, линии электропередачи, сооружения связи и другие подобные объекты. В то же время при строительном сервитуте объектом строительства и ремонта является здание или сооружение [4].

В современных условиях земля как объект гражданского оборота представляет собой крайне востребованный и в то же время ограниченный ресурс, особенно в крупных населённых пунктах. Это приводит к тому, что между участниками гражданского оборота часто возникают разногласия по поводу прав на использование земли. В связи с этим, для решения данной проблемы, люди прибегают к установлению сервитута.

Библиографический список:

1. Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосование 12 декабря 1993 г. с изм., одобренными в ходе общероссийского голосования;
2. Земельный кодекс Российской Федерации : федер. закон Рос. Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ : принят Гос. Думой 28 сентября 2001 г. : одобр. Советом Федерации 10 октября 2001 г.;
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) : федер. закон Рос. Федерации от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ : принят Гос. Думой 21 октября 1994 г.;
4. О внесении изменений в части первую, вторую, третью и четвертую гражданского кодекса Российской Федерации, а также в отдельные законодательные акты Российской Федерации : проект федер. закона Рос. Федерации № 47538-6 : внесен Президентом Рос. Федерации;
5. Что такое земельный сервитут и как он устанавливается? : Электронный журнал «Азбука права», 2025.

УДК 551.582 (470.13)

Сравнительный анализ ветрового режима города Ухты

Климова Ю. И., Стрекалова Я. И.
Научный руководитель – Саприн С. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Роза ветров является ключевым средством для анализа климатических условий и изучения ветрового режима конкретной местности. В данной работе рассмотрен ветровой режим города Ухта на основе данных СНиП 2.01.01-82 и современных метеорологических наблюдений за 2019-2024 годы. Проведен сравнительный анализ данных за различные временные периоды, выявлены основные тенденции и изменения в структуре направлений ветра, обусловленные климатическими изменениями. В ходе исследования выявлены закономерности в изменении направления ветра в зависимости от сезона, а также проанализировано влияние изменений циркуляции атмосферы на динамику ветрового режима.

Данные, полученные при систематическом изучении направлений и интенсивности ветра играют важную роль в таких направлениях как: градостроительство, аэродинамика зданий и экологические исследованиях (оказывает значительное влияние на тепловой баланс городов, перенос загрязняющих веществ). Однако традиционные источники данных, такие как СНиП 2.01.01-82, не всегда отражают современное состояние ветрового режима.

Цель исследования: провести сравнительный анализ данных розы ветров, выявить изменения в ветровом режиме Ухты за последние 40 лет.

Задачи исследования:

1) Изучить источники данных о ветровом режиме.

2) Проанализировать современные данные метеорологической станции Ухта с 2019 г. по 2024 г.

3) Сравнить многолетнюю розу ветров с розой ветров по СНиП-82 и определить возможность использования более ранних данных многолетних наблюдений в современных условиях.

1. Обзор существующих данных

Действующий СП 131.13330.2020 (ранее СНиП-99), не предоставляет полных данных, а указывает только преобладающие направления ветра. В результате данный источник не дает детальной информации.

В отличие от него, СНиП-82, принятый в 1982 году, считается более актуальным и полным несмотря на то, что он не является действующим. Он рассматривается как основной общедоступный стандарт, и его данные остаются актуальными и по сей день. Поэтому в данной работе была использована информация из СНиП-82.

Согласно СНиП 2.01.01-82, расчеты ветрового режима производились на основании данных, собранных метеорологическими станциями. Повторяемость направлений ветра определялась в процентах от общего числа зарегистрированных случаев, при этом штилевая погода не учитывалась. Интегральная повторяемость направлений ветра рассчитывалась по стандартной формуле, включающей средний порядковый номер и число обработанных лет наблюдений.

Хотя более ранние метеорологические данные могли быть получены из архивов метеостанций, было решено не включать эту информацию в анализ, сосредоточившись на более актуальных и доступных источниках, а именно данных из архивов, представленных в сети интернет.

2. Методология исследования

Процесс построения и анализа розы ветров включал следующие этапы:

1) Сбор данных: использованы нормативные данные СНиП 2.01.01-82 [1], а также современные метеорологические наблюдения за 2019–2024 годы, полученные из открытых источников. [2][3][4].

2) Анализ данных метеорологической станции: данные были собраны с метеорологической станции, зарегистрированной под индексом Всемирной метеорологической организации (ВМО) 23606 АМСГ Ухта, расположенной в городе Ухта (широта: 63,6°; долгота: 53,8°; высота над уровнем моря: 137 м). Наблюдения осуществлялись на территории аэропорта Ухты, что обеспечивало точные измерения характеристик ветра.

3) Построение и сравнение роз ветров: проанализированы розы ветров для зимнего и летнего периодов на основе многолетних данных СНиП и наблюдений за 2019–2024 годы. Это позволило выявить изменения в повторяемости и преобладающих направлениях ветра.

3. Сравнение роз ветров за период с 2019 под 2024 годы

На основании данных метеостанции были построены розы ветров. На представленных диаграммах отображено процентное распределение направлений ветра в зимний и летний периоды с 2019 по 2024 год. Графические данные позволяют проанализировать изменения ветрового режима, выявить доминирующие направления ветра и оценить их вариативность в зависимости от сезона.

1) Розы ветров за 2019 г. и 2020 г. (рисунок 1).

Процент схожести между этими двумя розами ветров составил:

- зима: ≈ 43.8% — умеренно низкая схожесть;
- лето: ≈ 64.3% — средняя схожесть.

Данные розы ветров достаточно сильно отличаются друг от друга, схожесть не высокая, но она все же есть.

Можно отметить, что зимние розы ветров значительно различаются (разные доминирующие направления, но ЮЗ ветер все же остался неизменным). Летние — ближе друг к другу по структуре, но доминирующее направление ветра не идентично.

2) Розы ветров 2021 г. и 2022 г. (рисунок 2).

Процент схожести составил:

- зима: ≈ 48.8% — умеренная схожесть;
- лето: ≈ 65.8% — средняя схожесть.

Зимой преобладающие направления немного отличаются (за 2021 — СВ и ЮВ, за 2022 — ЮЗ и ЮВ), отметим, что ЮВ направление преобладает в обеих розах.

Летом структура распределения ближе: обе диаграммы показывают активность на СЗ и ЮЗ.

3) Розы ветров 2023 г. и 2024 г. (рисунок 3).

Процент схожести:

- зима: ≈ 72.7% — высокая схожесть;
- лето: ≈ 47.2% — умеренно-низкая схожесть.

Зимой направления ветра достаточно похожи: и там, и там выделяется ЮЗ ветер, а остальные распределены схожим образом. Летом различия заметнее: в розе 2024 года выражены северные и северо-восточные направления, а за 2023 — более равномерное распределение с акцентом на СЗ и ЮЗ.

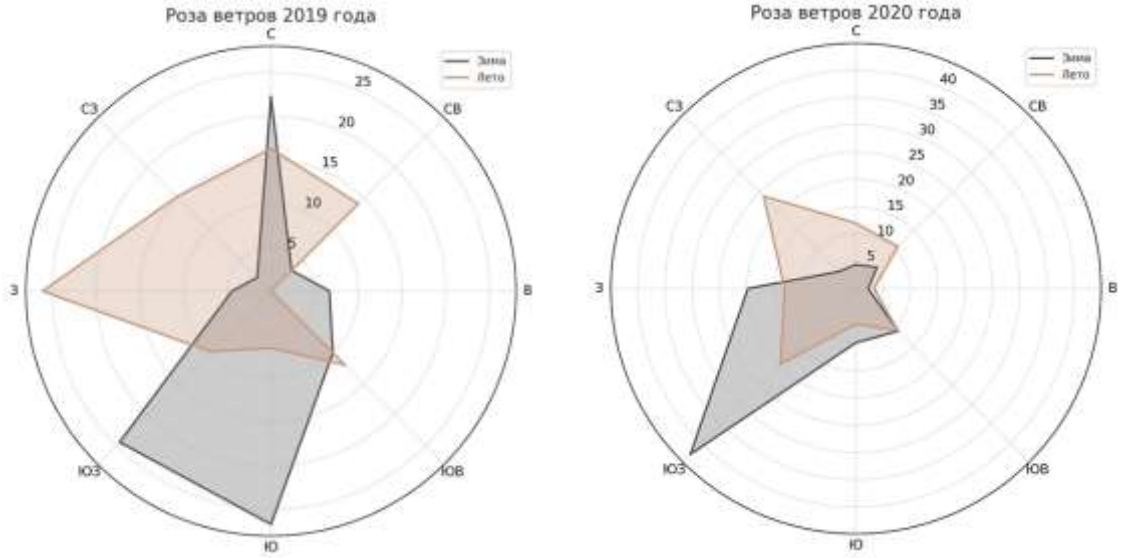


Рисунок 1 - Розы ветров за 2019 г. и 2020 г.

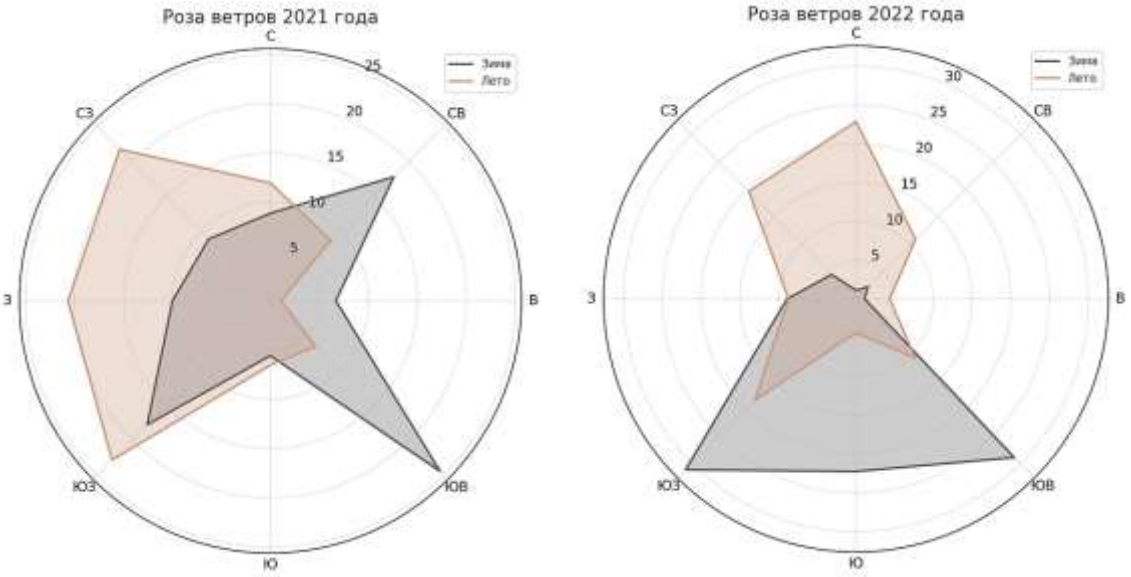


Рисунок 2 - Розы ветров за 2021 г. и 2022 г.

4. Сравнение многолетних роз ветров, построенных по данным СНиП и данным 6-ти лет (2019-2024)

Было проведено сравнение двух многолетних роз ветров, а именно в период с 2019 по 2024 (рисунок 4) с розой ветров, построенной по данным СНиП-82 (рисунок 5). У представленных диаграмм процент схожести составил:

- зима: ≈ 84.0% — высокая схожесть;
- лето: ≈ 69.8% — средняя схожесть, ближе к высокой.

Зимние розы ветров практически совпадают по доминирующим направлениям — обе диаграммы показывают явное преобладание ЮЗ ветра, при близких значениях для ЮВ и Ю ветров.

Летом структура также во многом схожа (активность северных и северо-восточных направлений), но наблюдаются небольшие различия в акцентах.

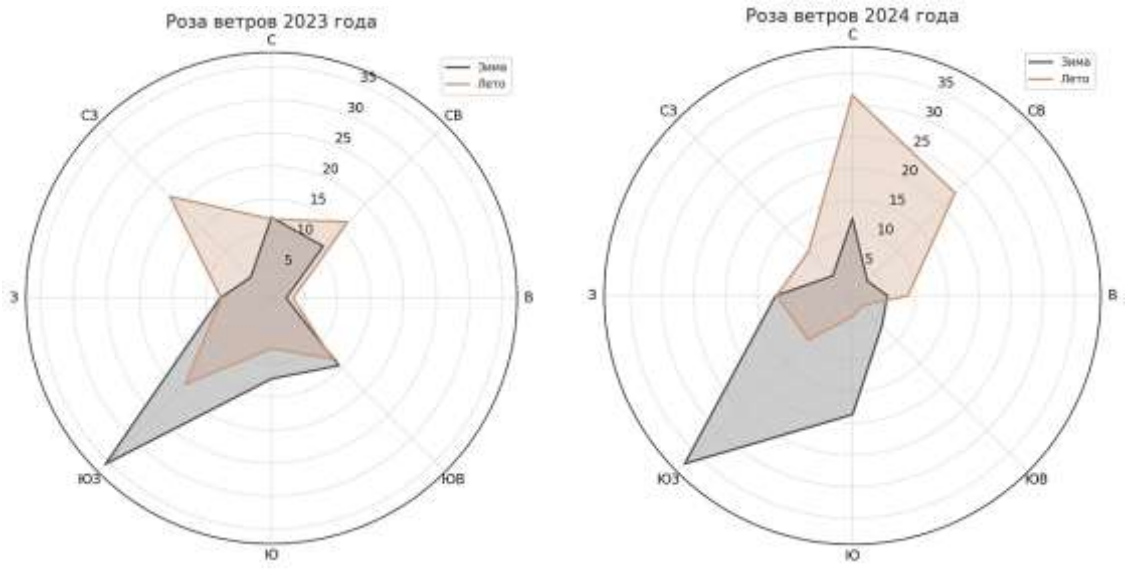


Рисунок 3 - Розы ветров за 2023 г. и 2024 г.

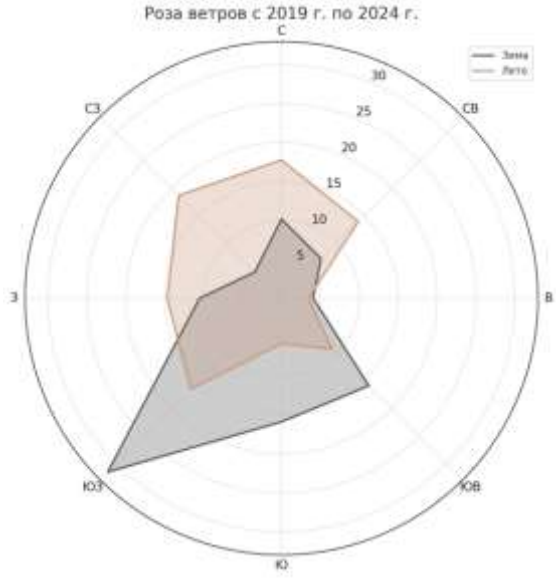


Рисунок 4 – Роза ветров 2019-2024 гг.

Рисунок 5 – Роза ветров СНиП-82

5. Сравнительный анализ роз ветров

Было проведено сравнение роз ветров отдельно по каждому году с розой ветров по данным СНиП-82 в процентах (таблица 1). Анализ показал, что многолетняя роза ветров за период 2019–2024 гг. демонстрирует наибольшую степень схожести с нормативной розой ветров по СНиП, если сравнивать её с розами ветров за каждый год по отдельности.

Вывод

Усреднение данных по годам формирует более устойчивую и приближенную картину к нормативной модели, а также более точно отражает нормативные значения, чем отдельные годы.

В заключение можно отметить, что несмотря на то, что степень схожести розы ветров по годам в среднем равна 63% - зима и 61% – лето, схожесть многолетних роз составила: 84% - зима и 70% - лето. Это показывает, что средняя роза ветров, даже за небольшой период наблюдений, более схожа с многолетней розой ветров, указанной в СНиП-82.

Также в инженерных целях, можно уверенно сказать о том, что многолетние тенденции в ветровом режиме не поменялись, и, с нашей точки зрения, вполне возможно использовать розу ветров, предоставленную СНиПом-82 для решения определенных задач.

Но при этом все же рекомендуется использовать современные данные, если существует такая возможность.

Таблица 1 - Сравнение роз ветров (2019-2024 гг.) с розой ветров по СНиП-82

Год	Зима (%)	Лето (%)	Общая оценка
2019	59,3	65,2	Умеренное соответствие, ближе летом
2020	68,7	59,5	Хорошее совпадение зимой
2021	55,4	50,1	Наименьшее соответствие (аномальный год)
2022	64,4	66,8	Самое стабильное совпадение
2023	69,0	60,6	Высокая схожесть зимой, средняя — летом
2024	63,4	66,2	Хорошее соответствие в обеих сезонах
2019-2024	84,0	69,8	Наивысшая схожесть

Библиографический список:

1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА СНиП 2.01.01-82. URL: https://docs.cntd.ru/document/9053801 (дата обращения: 05.02.2025).
2. Архив погоды города Ухты. URL: https://arhivpogodi.ru/arhiv/uhta/2023 (дата обращения: 11.02.2025).
3. Архив погоды в Ухте. URL: https://world-weather.ru/archive/russia/ukhta/ (дата обращения: 12.02.2025).
4. Погода в Ухте. URL: https://uhta.nuipogoda.ru/ (дата обращения: 12.02.2025).

УДК 338.48

Потенциал для развития туризма в окрестностях города Ухты

Климова Ю. И., Стрекалова Я. И.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

С каждым годом интерес к экскурсионным путешествиям растет, и все больше людей стремятся исследовать новые места, открыть для себя их историю и традиции.

Республика Коми – это уникальный уголок России, где сливаются воедино богатая история и удивительная природа. Здесь есть замечательные туристические места, показывающие нам необычайную красоту и величие природы:

1) Печоро-Илычский государственный биосферный заповедник – крупнейший заповедник в европейской части России, включенный ЮНЕСКО в группу территорий Всемирного природного наследия. Самым известным природно-историческим объектом Печоро-Илычского заповедника являются столбы выветривания на плато Маньпупунёр. В заповеднике также находится лосеферма, в которой занимаются разведением и одомашниванием лосей, что позволяет изучить их поведение и экологию, способствует их сохранению [1].

2) «Югыд Ва» – национальный парк на Северном и Приполярном Урале. Вместе с Печоро-Илычским заповедником составляет объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми». Это самый большой национальный парк России и популярнейший туристический объект, включающий высочайшие горы Урала и прекраснейшие природные виды: гора Манарага, более 800 озёр и верховья р. Печоры с многочисленными притоками. На территориях парка представлены 16 типов экосистем, множество редких и охраняемых видов, в том числе реликтовые растения [2].

3) Национальный парк «Койгородский» был создан на юге Республики Коми для сохранения уникального биологического разнообразия койгородской тайги – самого крупного массива девственных южно-таёжных лесов.

Это самые известные туристические объекты региона. Печоро-Илычский заповедник и национальный парк «Югыд Ва» ежегодно посещают тысячи туристов со всей России.

Но, кроме перечисленных, в республике имеется ещё множество не менее интересных мест. Только в Ухтинском районе насчитывается порядка 20 геологических памятников природы. Благодаря красивым пейзажам и наличию множественных, хорошо сохранившихся палеонтологических остатков эти объекты будут интересны не только специалистам, но и людям, далёким от науки, просто интересующимся природой и историей Коми края. Эти объекты легкодоступны, что позволяет составить несложные туристические маршруты и проводить познавательные экскурсии по природным памятникам Ухты и окрестностей.

Целью работы является изучение и обобщение данных об интересных объектах и памятниках природы в окрестностях Ухты. Популяризация этих данных должна способствовать развитию внутреннего туризма в нашем регионе.

Город Ухта расположен на Среднем Тимане. Тиманский кряж – удивительный природный регион севера России. Это сглаженный хребет с отдельными невысокими грядами, протяжённостью около 900 км и шириной до 100 км, высшая точка – Четласский Камень (471 м). Тиманский кряж много старше Уральских гор. Он славится своими живописными ландшафтами, богатствами недр и увлекательной геологической историей. Расположенный в районе Ухты разрез верхнего девона возрастом около 400 млн. лет интересует учёных со всего мира. Прекрасная сохранность и доступность обнажений позволяет наглядно проследить формирование комплексов горных пород на протяжении почти 10 млн. лет. Ряд обнажений этого разреза даже получили статус объектов геологического наследия Республики Коми [3].

На территории Тиманского кряжа имеются не только удивительно красивые и массивные скальные останцы, но и многочисленные месторождения полезных ископаемых: россыпи титановых минералов (Ярега); бокситы (Четласский Камень); агаты, связанные с девонскими базальтами; месторождения нефти (Нижнечутьинское и Ярега под Ухтой, Лаявож), газа и конденсата (Войвож и Омра); битумы и горючие сланцы; торф; строительные камни.

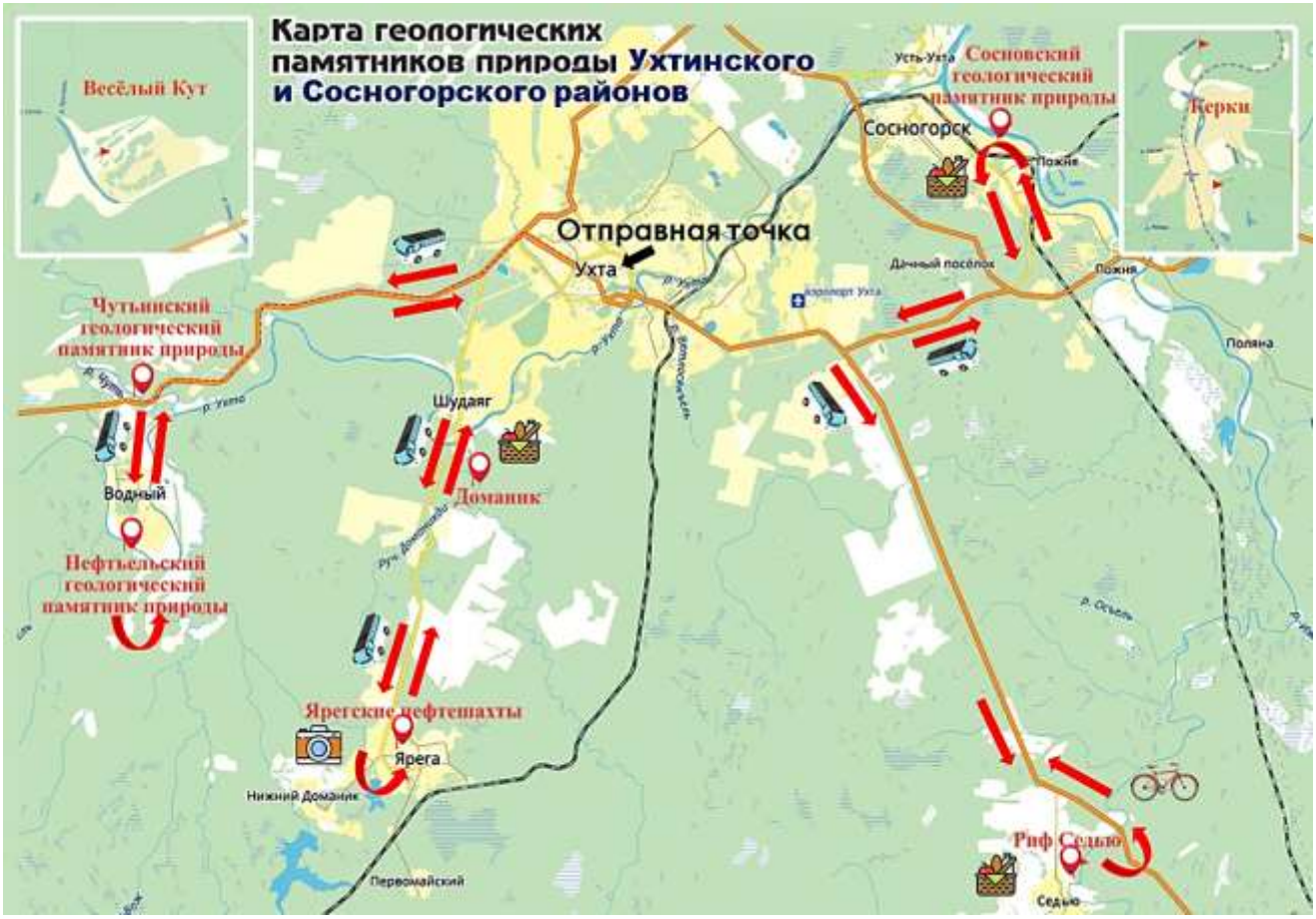
В районе Ухты можно познакомится с такими объектами как:

1. Ярегские нефтешахты;
2. Нефтельский геологический памятник природы и посёлок Водный, связанный с историей первой российской нефти и радиевого промысла;
3. Чутьинский геологическй памятник природы;
4. Геологические обнажения на ручье Доманик;
5. Риф Седью;
6. Сосновский геологический памятник природы;
7. Обнажения реки Айюва;
8. Заказник федерального значения Параськины озера.

Для того, чтобы сориентировать туристов в окрестностях Ухты, была составлена маршрутная карта, показывающая, что можно побывать во всех вышеперечисленных местах даже без дополнительного сопровождения (рисунок).

1. Ярегские нефтешахты. Если знакомится с геологическими достопримечательностями в хронологическом порядке, то начинать следует с Яреги. Здесь с 1939 года добывают тяжёлую нефть, используя шахтный способ добычи через систему подземных горных выработок. С конца 1980-х годов это единственные промышленные нефтяные шахты в мире [3]. И хотя туристам вход непосредственно на территорию этих объектов закрыт, можно посетить Музей истории Ярегских нефтешахт, сфотографировать терриконы и получить незабываемые впечатления.

Удивительна геологическая история этих мест: почти 385 млн. лет назад, после окончания каледонского цикла горообразования (когда возникли Аппалачи и Скандинавские горы), на территории современного Тимана была возвышенная суша. К востоку от неё находилось тёплое море, а границу «суша – море» окаймляли обширные песчаные пляжи. Из них и сформировались песчаники, которые сегодня служат коллектором (вместилищем) для современного Ярегского месторождения. Ярегские песчаники – не простые, а титаноносные, содержащие до 35 % минералов титана, что делает Ярегу крупнейшим месторождением титана не только России, но и Европы [3].



Условные обозначения:

Пикник

Возможность заезда на велосипеде

Маршрутный автобус

Только фото, без доступа на объект

Рисунок – Карта геологических памятников природы и маршрутов к ним

Около 380 млн. лет назад начался новый – герцинский – цикл горообразования. В тот период почти вся современная территория Тиманского кряжа оказалась под лавовыми покровами, состоящими из базальтовых пород. В настоящее время их обнажения широко встречаются по берегам рек, прорезающих Тиман. На Ярege пласты базальтовых пород перекрывают нефтеносные песчаники. В процессе кристаллизации и остывания лавовых потоков в пустотах пород образовались аметисты и агаты. Эти ценные поделочные камни можно и сегодня обнаружить в районе Яреги [3].

После того как территория современного Тимана покрылась вулканическими породами, наступил перерыв в осадконакоплении, длившийся много миллионов лет. В дальнейшем базальтовые породы подвергались выветриванию, что в конечном итоге привело к образованию бокситов – ценнейшего сырья для производства алюминия. Сегодня в Республике Коми добыча бокситовых руд производится на крупнейшем в России Среднетиманском бокситовом руднике в Княжпогостском районе [3].

2. Нефтельский геологический памятник природы в районе посёлка Водный. Здесь находится выход древних «тиманских» глин и глинисто-карбонатных отложений. Глинистые породы, залегая над залежами нефти или газа, не позволяют углеводородам перетекать вверх, т. е. служат надёжной покрышкой. Породы геологического обнажения залегают очень круто, поэтому доступ к ним затруднён. Но если подобраться ближе к урезу воды, можно обнаружить много древних фаунистических остатков – остракод и брахиопод [3].

Голландский дипломат Н. Витсен, побывавший в России в конце XVII в., писал: «Речка Ухта является притоком реки Печоры. На этой речке в полутора милях от волока есть мелкое место, где выделяется маслянистое вещество, которое плавает на воде. Там же найден камень доманик, который горит, как свеча, и пускает от себя черный дым». Именно с этого места и началась история российской нефти. В посёлке Водный находятся остатки радиевого промысла и памятный обелиск на месте первой нефтяной скважины, пробуренной ещё в 1868 г. нефтепромышленником М. К. Сидоровым [3]. По сей день на территории поселка Водный можно видеть газовые факела из старых водных скважин, а также саму реку, из которой выходят пузыри газа, сопровождаемые нефтяными разливами.

3. Чутьинский геологический памятник природы расположен на левом берегу р. Чуть недалеко от моста по трассе Ухта-Сыктывкар. Место это живописное и легкодоступное, благодаря чему в тёплое время года здесь весьма оживленно. Туристы проводят здесь соревнования и сплавы по реке. Чутьинское обнажение доманиковой свиты – это многометровая стена, сложенная известняками, мергелями и сланцами, в которых встречаются многочисленные и разнообразные по размеру конкреции (шаровидные минеральные тела), а также множество палеонтологических остатков – аммонитов, гониатитов, кониконхий и др. Недалеко от обнажения находится «нефтяная яма», где можно наблюдать, как из земли, пузырясь, выходит настоящая нефть – так проявляет себя Нижне-Чутьинское месторождение [3].

4. Геологические обнажения на ручье Доманик. Доманиковая свита получила название по ручью Доманик, протекающему рядом с посёлком Шудаяг. Кроме того, Доманик подарил геологическому миру термины «доманикиты» и «доманикоиды» – горючие сланцы [3]. Это место привлекательно не только своей историей, но и живописными видами природы, в таком месте можно спокойно устроить семейный пикник.

5. Риф Седью на фоне всех вышеперечисленных мест производит наиболее сильное впечатление. Он располагается по левую сторону одноименной речки вблизи посёлка с тем же названием. Это место облюбовали местные жители и ухтинцы, которые устраивают здесь пикники, не задумываясь о том, какую удивительную историю имеет это место. Несколько скал, высотой превышающих пятиэтажные дома, миллионы лет назад составляли коралловый риф, который отделял шельф древнего моря от глубоководья. Сейчас на риф регулярно проводят полевые экскурсии для геологов со всего мира. Ниже по течению реки на правом берегу можно увидеть вторую часть рифа, где образовался грот [3]. Место это вполне доступно: до рифа можно доехать на рейсовом автобусе или во время велосипедной прогулки.

6. Сосновский геологический памятник природы. Массивные известняки и глины возрастом 378-375 млн. лет вскрываются только на реке Ижма в Сосногорском районе. Статус геологического памятника республиканского значения определила не только весьма внушительная протяженность выхода древних отложений (порядка 600 м), но и уникальность сохранившейся в породах древней фауны: здесь широко представлены скелеты панцирных и кистепёрых рыб, останки разнообразных реликтовых беспозвоночных. Не так давно здесь обнаружили примитивного тетрапода, который пока не описан палеонтологами (тетраподы – древние позвоночные, прародители всех амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих). На территории России известны ещё только два местонахождения амфибий, живших в конце девонского периода, считающегося одним из наиболее интересных этапов эволюции [3].

7. Обнажения реки Айюва. Недалеко от посёлка Керки (Сосногорский район) по берегам реки Айювы встречаются необычные обнажения практически чёрного цвета. Это сланцы, относящиеся к юрскому периоду. Начался он чуть более 200 млн лет назад и продлился около 56 млн. лет. В чёрных сланцах хорошо сохранились остатки древних моллюсков – пелицеподов, гастроподов, аммонитов, белемнитов [3].

8. Заказник федерального значения Параськины озера в 50 км от Ухты – удивительное место, где обязательно надо побывать. Карстовые Параськины озёра поражают своей красотой, первозданной флорой и фауной. Здесь вы сможете насладиться пейзажами, отправиться на пешие прогулки по живописным тропам или устроить пикник. В составе территории есть несколько зон – от строго заповедной до рекреационной, где можно гулять, собирать грибы и ягоды, заниматься любительской и спортивной охотой и рыбалкой.

Таким образом, экскурсионный туризм в Ухте и ее окрестностях предлагает множество возможностей для знакомства с её достопримечательностями: отправиться в увлекательные походы по заповедным местам, исследовать исторические и культурные памятники. В окрестностях Ухты находится множество интересных объектов – уникальных геологических памятников природы и заказников. Большинство из них легко доступны, к ним можно добраться рейсовым автобусом. Посещать и изучать их могут как жители Ухты и других районов Республики Коми, так и гости из других регионов. А более подробно познакомиться не только с природой и геологией региона, но и с его богатой историей можно в музеях:

1) Ухтинском историко-краеведческом музее;
2) Музее истории Ярегских шахт;
3) Музее истории посёлка Водный;
4) Музее геологической коллекции;
5) Музее истории УГТУ;
6) Геологическом музее им. О. С. Кочеткова УГТУ.

В свете вышеизложенного ясно, что Ухтинский и Сосногорский районы имеют огромный потенциал для развития туризма. Данная работа призвана помочь всем желающим открыть для себя красоту и уникальность окрестностей города Ухты.

Библиографический список:

1. Печоро-Илычский заповедник. URL: https://nordural.ru/article/pechoro_ilych_zapovednik/ (дата обращения: 05.02.2025).
2. Югыд Ва. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Югыд_ва (дата обращения: 05.02.2025).
3. Увлекательная геология Ухты и окрестностей. Справочник-путеводитель. URL: https://www.geokniga.org/books/24714 (дата обращения: 06.02.2025).

УДК 502

Современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Ухтинского района Республики Коми

Устинова И. В.
Научный руководитель - Кряжева Е. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты растительного и животного мира, естественные экологические системы, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [1]. На протяжении последних десятилетий в России наблюдается активное развитие системы ООПТ. Важность создания и сохранения таких территорий трудно переоценить, так как они способствуют не только охране редких и исчезающих видов, но и обеспечению устойчивого использования природных ресурсов. Республика Коми, расположенная на северо-востоке Европейской части России, известна своими уникальными ландшафтами, многообразием флоры и фауны, а также значительными запасами природных ресурсов. Система ООПТ Республики Коми – это основа сохранения природного наследия региона для будущих поколений. В настоящее время в республике функционируют 245 ООПТ (4 – федерального значения, 2 – местного и 239 – регионального) общей площадью 5,7 млн. га, что составляет 13,8 % ее территории [2]. Сеть ООПТ Республики Коми – это целенаправленно созданный (на протяжении почти 100 лет) экологический каркас из различных природных комплексов, структурными элементами которого являются подобные системы отдельных ее районов, характеризующихся определенной спецификой физико-географических условий.

Цель данной работы – анализ современного состояния сети особо охраняемых природных территорий Ухтинского района Республики Коми.

Ухтинский район находится в центральной части Республики Коми и занимает площадь 13,3 тыс. км^2. Большая часть территории района (более 80 %) – это первичные экосистемы, представленные преимущественно хвойными лесами северной и средней подзон тайги. Застроенные участки и транспортная инфраструктура занимают не более 2 % общей его площади [3, 4].

В настоящее время в границах района расположены 10 ООПТ (таблица 1) общей площадью 1,1 тыс. км^2 (8 % от территории района), а также небольшой участок государственного природного заказника «Вымский» (ООПТ регионального значения), организованного для охраны ихтиофауны данного водотока [2]. Основу сети ООПТ Ухтинского района составляют 3 комплексных заказника регионального значения («Белая Кедва», «Река Сюзью», «Седьюский») и единственный в Республике Коми заказник федерального уровня подчинения – «Параськины озера», созданный в 2021 году на месте гидрологического памятника природы республиканского значения. На долю этих объектов приходится 94 % всех охраняемых территорий района (рисунок 1). Самыми маленькими по площади являются 2 болотных заказника («Мураснюр», «Ыджыднюр») и 2 геологических памятника природы («Нефтьельский», «Чутьинский»). Средними размерами (относительно других ООПТ района) характеризуются комплексный заказник «Вежавожский» и кедровый заказник «Сускин ель». Основная часть охраняемых природных комплексов располагается в центральной и южной частях района, а в северной его части – всего 2, но самые большие по площади (комплексные заказники «Белая Кедва» и «Река Сюзью»). Кроме существующих ООПТ на территории Ухтинского района планируется создание еще 3 новых объектов природно-заповедного фонда республиканского значения (таблица 2): комплексного заказника «Очьпарма» (сохранение ландшафтов наиболее высоких участков Тимана) и геологических памятников природы «Риф Седью» и «Обнажение Доманик» (сохранение уникальных геологических и палеонтологических объектов). Общая площадь планируемых к созданию ООПТ составит 40 км^2 (3,7 % от площади существующей сети) [5].

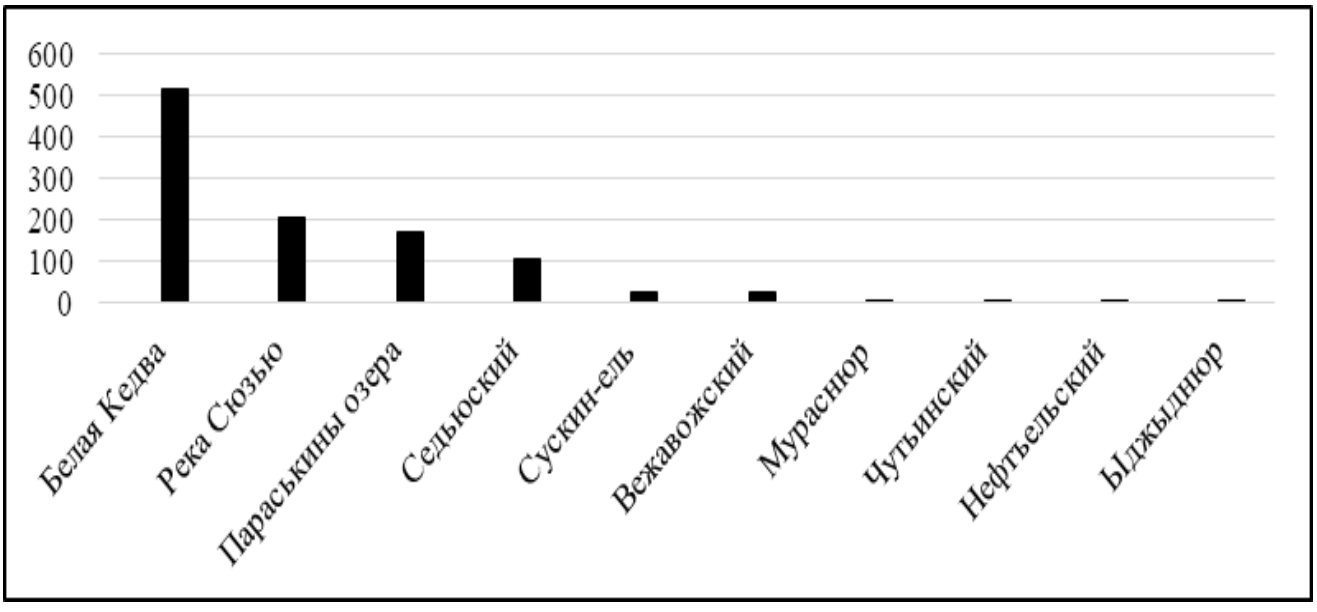


Рисунок 1 – Площадь ООПТ Ухтинского района (в км^2) [2]

Таким образом, Ухтинский район Республики Коми характеризуется развитой сетью ООПТ, основу которой составляют охраняемые объекты регионального значения с преобладанием государственных природных заказников комплексного (ландшафтного) профиля. К особенностям природно-заповедного фонда района можно отнести охраняемые объекты геологического профиля и единственный в Республике Коми заказник федерального значения.

Таблица 1 – ООПТ Ухтинского района [2]

Название ООПТ	Категория	Год создания	Площадь, км^2	Охраняемые объекты
ООПТ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ				
Параськины озера	Государственный природный заказник	2021	171,1	Охрана скал и карстовых озер на водоразделе рек Тобысь и Ухта, природных комплексов средней и северной подзон тайги, местообитаний редких видов животных, растений и грибов
ООПТ РЕГИОНАЛЬНОГО (РЕСПУБЛИКАНСКОГО) ЗНАЧЕНИЯ				
Комплексные (ландшафтные)				
Белая Кедва	Государственный природный заказник	1984	518,8	Охрана уникальных природных ландшафтов Среднего Тимана, карстовых форм рельефа, редких видов животных, эндемичных и редких видов растений
Вежавожский	Государственный природный заказник	1989	28,36	Сохранение долинных ландшафтов Среднего Тимана и местообитаний редких видов флоры и фауны
Река Сюзью	Государственный природный заказник	1975	206,84	Сохранение гидрологического и гидрохимического режимов водотока, нерестовых участков лосося атлантического
Седьюский	Государственный природный заказник	1989	107,33	Охрана типичных лесных комплексов, которые служат местом воспроизводства ценных видов охотничье-промысловой фауны
Гидрологические (болотные)				
Мураснюр	Государственный природный заказник	1978	1,9	Охрана и регулирование использования особо ценного клюквенного болота низового питания
Ыджыднюр	Государственный природный заказник	1978	0,66	Сохранение ресурсов клюквы
Кедровые				
Сускин-ель	Государственный природный заказник	1967	29,3	Сохранение группы дикорастущих деревьев сосны сибирской
Геологические				
Нефтъельский	Памятник природы	1984	0,67	Сохранение эталонных разрезов (стратотипов) слоев горных пород (глины, алевролиты, песчаники и известняки)
Чутьинский	Памятник природы	1984	0,8	Сохранение естественных выходов (обнажений) на поверхность Земли пород осадочного происхождения

Таблица 2 – Планируемые к созданию ООПТ Ухтинского района [5]

Название ООПТ	Категория	Площадь, км^2	Охраняемые объекты
Очьпарма	Государственный комплексный (ландшафтный) природный заказник	40	Сохранение ландшафтного и биологического разнообразия, создание условий для изучения естественных процессов в природных комплексах и контроля изменения состояния экосистем
Риф Седью	Геологический памятник природы	0,01	Сохранение скальных выходов (обнажений) коренных пород
Обнажение Доманик	Геологический памятник природы	0,0032	Сохранение скальных выходов (обнажений) коренных пород (эталонный разрез девонских отложений), имеющих стратиграфическое, палеонтологическое, литологическое и геолого-историческое значение

Библиографический список:

1. Об особо охраняемых природных территориях : Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 08.08.2024) : с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025 // Консультант Плюс : [сайт]. – Текст : электронный. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения 20.03.2025);
2. Особо охраняемые природные территории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mpr.rkomi.ru/deyatelnost/osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii-oopt (дата обращения 20.03.2025);
3. Генеральный план МОГО «Ухта» Республики Коми (2013 год), материалы по обоснованию генерального плана.
4. Экология Республики Коми [Текст]: учебное пособие / Е. Ю. Кряжева, В. Г. Лазарева, Н. Ю. Мачулина, Г. Г. Осадчая, М. В. Быкова. – Ухта: УГТУ, 2019. – 136 с.
5. Об утверждении схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий республиканского значения [Текст] : постановление правительства Республики Коми от 09.03.2022 № 114 // Сыктывкар. – 2022, 281 с.

УДК 502

Охраняемая фауна Ухтинского района Республики Коми

Карпова И. А.
Научный руководитель - Кряжева Е. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Развитие человеческого общества сопряжено с постоянно возрастающим влиянием на природные системы, в частности, с уменьшением числа биологических видов вследствие изменения мест их естественного обитания и произрастания, а в некоторых случаях – прямого уничтожения. По мере того, как естественные сообщества становятся менее разнообразными, их сопротивляемость антропогенному воздействию и устойчивость снижаются. Сохранение биологического разнообразия – важнейший аспект рационального природопользования и устойчивого развития человечества. Для сохранения и восстановления популяций малочисленных и редких видов решающее значение имеет деятельность по созданию и ведению федеральных и региональных Красных книг. Красная книга является официальным государственным документом, содержащим свод сведений о редких и исчезающих видах животных и растений, а также необходимых мерах по их охране и восстановлению. Ведение и издание Красной книги Российской

Федерации выполняет обязательства России по принятой в 1992 году в Рио-де-Жанейро Конвенции о биологическом разнообразии. Правовую основу формирования и ведения Красных книг субъектов Российской Федерации составляют Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 года и Федеральный закон «О животном мире» от 5 мая 1995 года. В Республике Коми подобная работа ведется с 1980-х годов, а первое издание региональной Красной книги вышло в 1998 году [1]. Республика Коми – богатый край с разнообразной флорой и фауной. Охрана редких и исчезающих видов животных является важной задачей, и в Республике реализуются различные программы для их сохранения. Всего в Красную книгу Республики Коми в настоящее время внесено 68 таксонов царства Животные, из них на территории Ухтинского района встречаются 24 [2, 3].

Целью данной работы является изучение и анализ охраняемой фауны Ухтинского района Республики Коми.

Фауна Ухтинского района богата и разнообразна, типична для лесных экосистем таежной зоны. На территории Ухтинского района можно встретить 11 редких видов беспозвоночных животных (35,5 % от общего количества видов беспозвоночных, охраняемых в РК) и 13 представителей позвоночных (35,1 %) [2, 3]. Охраняемые позвоночные животные представлены 3 классами: класс Птицы – 10 видов (отряды: Журавлеобразные, Соколообразные, Совообразные, Гагарообразные, Гусеобразные), класс Млекопитающие – 2 вида (Европейская норка отряд Хищные, Северный олень отряд Парнокопытные), класс Рыбы – 1 вид (Нельма отряд Лососеобразные) (рисунок 1). Охраняемые беспозвоночные животные (в Республике Коми охраняются только представители типа Членистоногие) представлены 2 классами: класс Ракообразные – 1 вид (Узкопалый речной рак) и класс Насекомые – 10 видов (отряды: Чешуйчатокрылые, Чешуекрылые, Жесткокрылые, Перепончатокрылые, Двукрылые) (рисунок 2).

К 1 категории статуса редкости (находящиеся под угрозой исчезновения) относятся 1 вид беспозвоночных (Узкопалый речной рак) и 2 вида позвоночных (Европейская норка и Нельма), ко 2 категории (сокращающиеся в численности) – 2 вида беспозвоночных (Плавунец широчайший, Парусник мнемозина) и 2 вида позвоночных (Гусь Пискулька, Филин), к 3 категории (редкие) – 8 видов беспозвоночных (Павлиноглазка малая, Перламутровка благородная, Карабус королевский, Жужелица блестящая, Бражник осиновый, Шмель моховой, Лафрия горбатая и Коротконадкрыл большой) и 7 видов позвоночных (Серый журавль, Скопа, Кобчик, Длиннохвостатая неясыть, Серая неясыть, Европейская чернозобая гагара, Северный олень), к 4 категории (неопределённые по статусу) – 1 вид позвоночных (Серый гусь), к 5 категории (восстанавливаемые и восстанавливающиеся) – 1 вид позвоночных (Малый лебедь) (Рисунок 3).

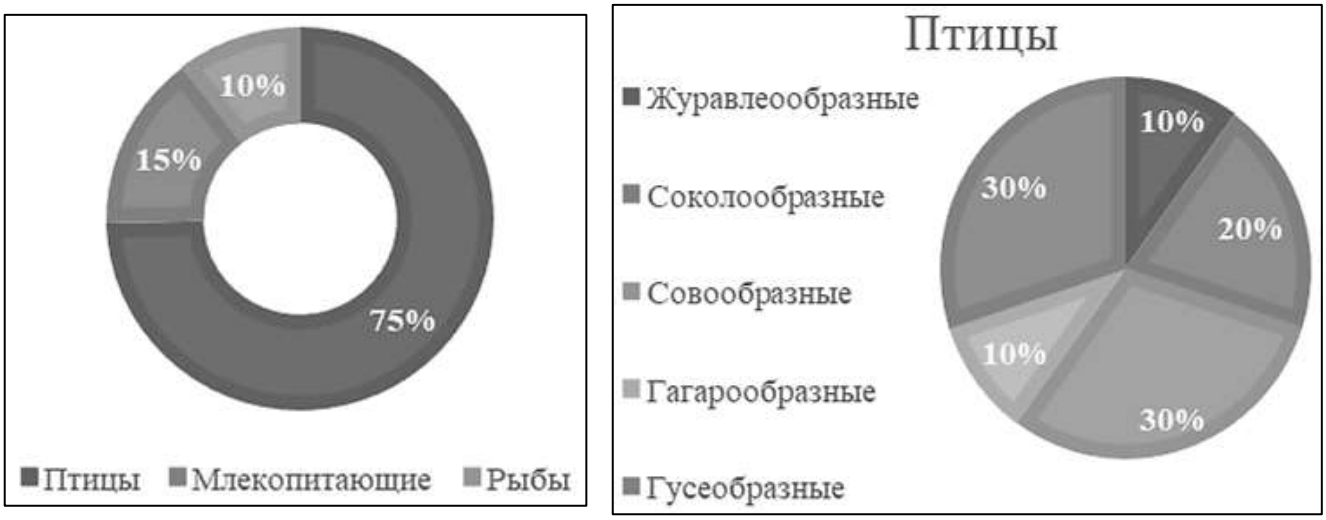


Рисунок 1 – Распределение видов позвоночных животных, охраняемых в Республике Коми и встречающихся на территории Ухтинского района, по основным систематическим категориям (в % от общего количества видов)

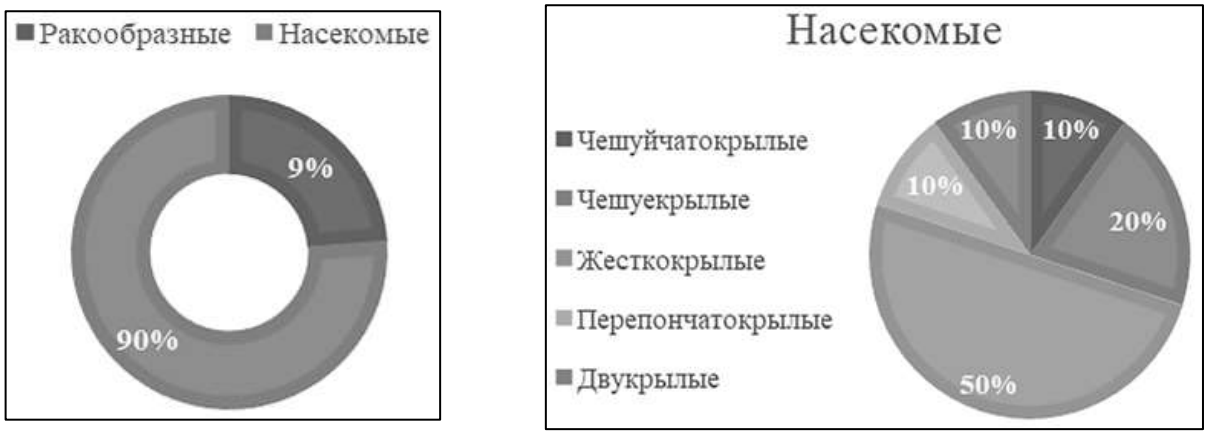


Рисунок 2 – Распределение видов беспозвоночных животных, охраняемых в Республике Коми и встречающихся на территории Ухтинского района, по основным систематическим категориям (в % от общего количества видов)

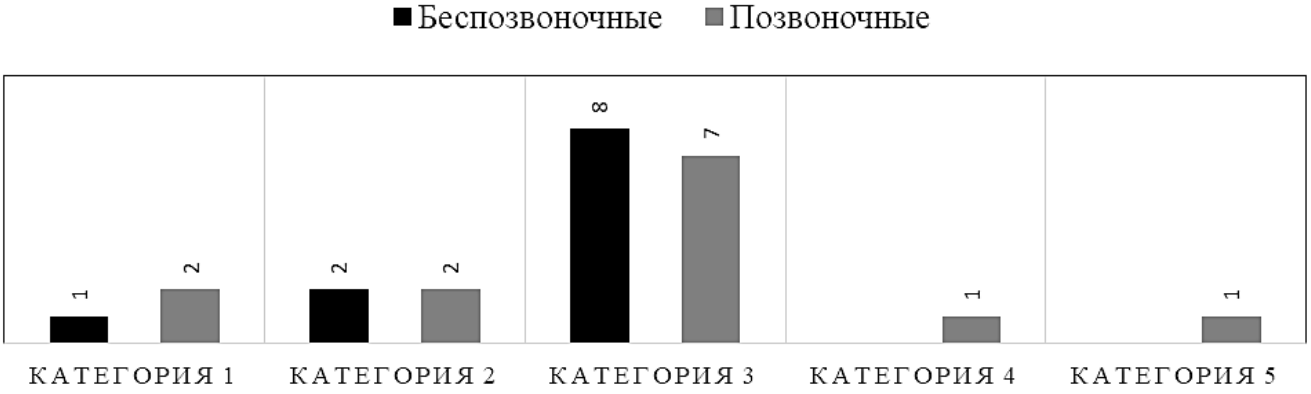


Рисунок 3 – Распределение видов позвоночных и беспозвоночных животных, охраняемых в Республике Коми и встречающихся на территории Ухтинского района, по категориям статуса редкости [2]

Большая часть редких видов, обитающих на территории Ухтинского района, охраняются не только в Республике Коми, но и на всей территории Российской Федерации (внесены в Красную книгу РФ). К их числу не относятся только 5 видов (из 24): Серый гусь, Узкопалый речной рак, Перламутровка благородная, Карабус королевский, Бражник осиновый [2].

Охраняемые животные встречаются как на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) района, так и непосредственно в окрестностях города Ухты. Всего на ООПТ Ухтинского района обитают 15 представителей редкой фауны, наибольшее их число отмечено в границах самых больших по площади ООПТ – комплексных заказниках «Белая Кедва» (Скопа, Филин, Парусник мнемозина, Павлиноглазка малая, Карабус королевский) и «Седьюский» (Европейская норка, Северный олень, Парусник мнемозина, Павлиноглазка малая, Карабус королевский, Бражник осиновый). На территории города Ухты и в его окрестностях можно встретить следующие виды охраняемых животных (всего 9 видов): Кобчик, Серая неясыть, Малый лебедь, Перламутровка благородная, Шмель моховой, Лафрия горбатая, Жужелица блестящая, Плавунец широчайший, Коротконадкрыл большой [2, 3].

Больше всего охраняемых видов на территории Ухтинского района обитают на болотах и в лесах (рисунок 4), при этом основной вклад на болотах вносят позвоночные животные (7 видов), а в лесах – беспозвоночные (6 видов).

Таким образом, охраняемая фауна Ухтинского района Республики Коми представлена преимущественно редкими видами птиц и насекомых, обитающими как на территориях ООПТ, так и в окрестностях Ухты, и большая часть которых отнесена к 3 категории статуса редкости (виды с естественно низкой численностью, распространенные на ограниченной территории или спорадически встречающиеся на значительных территориях, для выживания которых необходимо принятие специальных мер охраны).

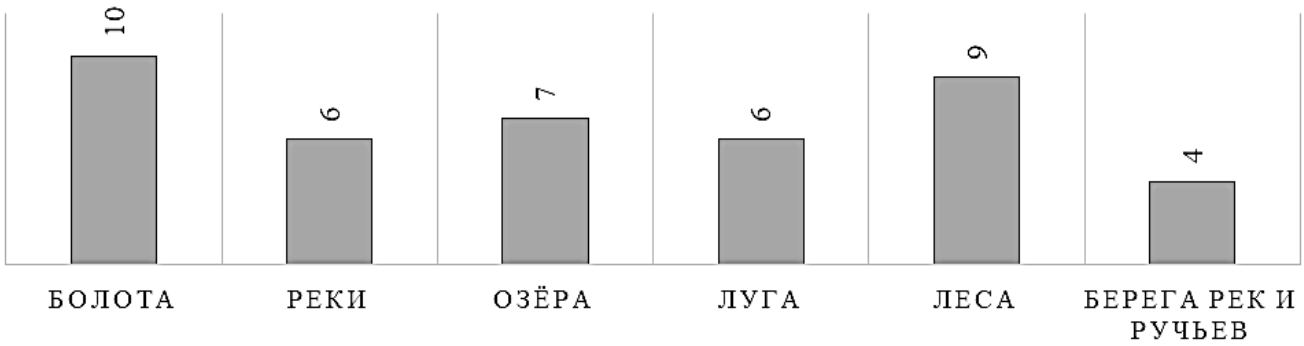


Рисунок 4 – Места обитания охраняемых видов животных на территории Ухтинского района (количество видов) [2]

Библиографический список:
6. Опыт издания и ведения Красной книги Республики Коми / С.В. Дёгтева, А.А. Ермаков, Р.В. Полшведкин // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2019. – № 4. – с. 2–12. Текст: непосредственный.
7. Красная книга Республики Коми / под общ. ред. С.В. Дёгтевой. – 3-е изд. — Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2019. – 768 с. Текст: непосредственный.
8. Н.Н. Гончарова, С.В. Дегтева, Ю.А. Дубровский. Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 5: Особо охраняемые природные территории Притиманья (Ухтинский и Сосногорский районы). – Сыктывкар (Коми научный центр УрО РАН), 2007. – 212 с. Текст: непосредственный.

УДК 332.7

О прекращении существования объектов недвижимости (на примере корпусов бывшего завода УхтаГазСтройМаш)

Давыдова П. В.
Научный руководитель – Дудников В. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Достаточно значимым событием для ухтинцев стал снос в 2023 г. объектов бывшего завода УхтаГазСтройМаш (рис. 1), специализировавшегося на выпуске машин и механизмов для строительства объектов нефтегазодобывающей отрасли. Естественно, прекращение существования объекта является основанием для аннулирования сведений об объекте в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН), рассмотрение процедуры которого и стало целью настоящей работы.

Перечень ликвидированных объектов капитального строительства (ОКС), расположенных на земельных участках, правообладателем которых является ООО «Апис-Плюс»:

1. На земельном участке с кадастровым номером 11:20:0603001:51 был расположен ОКС:

- здание нежилое (Дом культуры), по адресу: Республика Коми, городской округ Ухта, г. Ухта, ул. Машиностроителей, д. 2, стр. 2, кадастровый номер 11:20:0603001:1184.

2. На земельном участке с кадастровым номером 11:20:0603001:68 был расположен ОКС:

- здание нежилое (инженерно-лабораторный корпус), по адресу: Республика Коми, городской округ Ухта, г. Ухта, ул. Машиностроителей, д. 2, стр. 1, кадастровый номер 11:20:0603001:707.

Порядок сноса ОКС, регламентированный Градостроительным кодексом РФ, заключается в установлении уведомительного порядка осуществления таких работ. Формы уведомлений утверждены Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации № 34/пр от 24.01.2019 [1].

Рисунок 1 - Ликвидация рассматриваемых объектов капитального строительства путем сноса

Уведомление о планируемом сносе подается в орган местного самоуправления собственником (через МФЦ, почтовым отправлением или с помощью Единого портала государственных и муниципальных услуг) по месту нахождения объекта не позднее, чем за 7 рабочих дней до начала выполнения работ. К уведомлению прилагаются результаты и материалы обследования объекта капитального строительства, проект организации работ по сносу такого объекта. Орган местного самоуправления в течение 7 рабочих дней со дня поступления уведомления проводит проверку всех приложенных к уведомлению документов и обеспечивает размещение данных документов в информационной системе обеспечения градостроительной деятельности, а также уведомляет о таком размещении орган регионального государственного строительного надзора.

Естественно, перед началом работ объект, который подлежит сносу, необходимо отключить от сетей инженерно-технического обеспечения, подтвердив это актом, подписанным организацией, осуществляющей эксплуатацию соответствующих сетей.

Согласно ответу на наш запрос о «судьбе» самого крупного в Ухте бомбоубежища, располагавшегося на данной территории, от Администрации МОГО «Ухта» за № 01-33-6761 от 05.12.2023 снос объектов осуществлялся на основании уведомления о планируемом сносе объектов от 21.09.2023, направленных застройщиком ООО «Апис-Плюс» в администрацию МОГО «Ухта» (форма заявления, утвержденная Минстроем России представлена на рисунке 2.), а также, что в выписках ЕГРН на земельные участки с кадастровыми номерами 11:20:0603001:51, 11:20:0603001:68 отсутствуют ограничения в использовании или ограничения права на объект недвижимости или обременения объекта недвижимости, связанные с наличием противорадиационного сооружения (убежища).

Уведомление
о планируемом сносе объекта капитального строительства

"__"_____20_ г.

_____

(наименование органа местного самоуправления поселения, муниципального округа, городского округа по месту нахождения объекта капитального строительства или в случае, если объект капитального строительства расположен на межселенной территории, органа местного самоуправления муниципального района)

1. Сведения о застройщике, техническом заказчике

1.1.	Сведения о физическом лице, в случае если застройщиком является физическое лицо:	
1.1.1.	Фамилия, имя, отчество (при наличии)	
1.1.2.	Место жительства	
1.1.3.	Реквизиты документа, удостоверяющего личность	
1.2.	Сведения о юридическом лице, в случае если застройщиком или техническим заказчиком является юридическое лицо:	

Рисунок 2 - Форма уведомления о планируемом сносе ОКС

Кроме того, согласно ответу 26 сентября 2023 г. в соответствии с Градостроительным кодексом РФ (частью 11 статьи 55.31) уведомление было размещено в государственной информационной системе Республики Коми обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД), о чем письмом администрации МОГО «Ухта» от 27.09.2023 уведомлено территориальное подразделение Госстройнадзора. Демонтаж объектов, движение техники по строительной площадке, складирование строительного мусора производились в соответствии с представленным к уведомлению проектом организации работ по сносу объектов.

После завершения работ по сносу объекта капитального строительства собственнику в течение 7 рабочих дней необходимо отправить в орган местного самоуправления уведомление о завершении сноса данного объекта.

В силу того, что самих уведомлений собственника у нас в распоряжении нет, на рисунке 3 приведена форма, по которой должно было быть составлено уведомление о завершении сноса.

Несмотря на разговоры горожан о планах строительства на месте бывшего завода многоквартирного дома, как нам стало известно на момент написания статьи ООО «Апис-Плюс» за получением разрешения на строительство какого-то нового объекта на указанных земельных участках в администрацию МОГО «Ухта» не обращалось.

Уведомление
о завершении сноса объекта капитального строительства

"__"_____20_ г.

_____
_____
(наименование органа местного самоуправления поселения, муниципального округа, городского округа
по месту нахождения земельного участка, на котором располагался снесенный объект капитального строительства, или в случае, если такой земельный участок находится на межселенной территории, - наименование органа местного самоуправления муниципального района)

1. Сведения о застройщике, техническом заказчике

1.1.	Сведения о физическом лице, в случае если застройщиком является физическое лицо:	
1.1.1.	Фамилия, имя, отчество (при наличии)	
1.1.2.	Место жительства	
1.1.3.	Реквизиты документа, удостоверяющего личность	
1.2.	Сведения о юридическом лице, в случае если застройщиком или техническим заказчиком является юридическое лицо:	

Рисунок 3 -Форма уведомления о завершении сноса ОКС

Далее остановимся подробней на процедуре снятия объекта с учета. Для того, чтобы снять с кадастрового учета объекты недвижимости при уничтожении, необходимо обратиться в любой офис МФЦ с соответствующим заявлением (рис. 4) и актом обследования (рис. 5). Правоустанавливающий документ на объект нужен, если права на него не были зарегистрированы в ЕГРН.

В соответствии с федеральным законом №218 от 13.07.2015 [2] акт обследования представляет собой документ, в котором кадастровый инженер в результате осмотра места нахождения здания с учетом имеющихся сведений ЕГРН о таком объекте недвижимости подтверждает прекращение его существования в связи с уничтожением.

Исчерпывающий перечень документов, включаемых в акт обследования, утвержден приказом Росреестра № П/0217 от 24 мая 2021 г. В результате проведения учетных действий заявителю или его представителю выдается выписка об объекте недвижимости, содержащая внесенные в ЕГРН сведения о прекращении существования объекта недвижимости. На рисунке 6 на заказанной нами выписке по одному из объектов виден итог процедуры - объект недвижимости снят с кадастрового учета.

Таким образом, все упомянутые в работе ликвидированные объекты с сентября прошлого года перестали существовать теперь уже и официально.

Лист № ____	Всего листов ____

1. ЗАЯВЛЕНИЕ [1]	**2**	**Заполняется специалистом органа кадастрового учета** [2]
_____ (полное наименование _____ органа кадастрового учета)		регистрационный № _____ количество листов заявления _____ количество прилагаемых документов: _____, листов в них _____ подпись _____ _____ «____» _____ ____ г.

1.1	**Прошу снять с государственного кадастрового учета:** _____
	☐ объекты недвижимости с кадастровыми номерами: _____ _____ в связи с прекращением их существования
	☐ объекты недвижимости с кадастровыми номерами: _____ _____, сведения государственного кадастра недвижимости о которых носят временный характер
	☐ помещения с кадастровыми номерами _____ _____ в связи с осуществлением государственной регистрации права собственности на здание с кадастровым номером _____ или сооружение с кадастровым номером _____
1.2	**Прошу выдать кадастровую выписку об объекте недвижимости в количестве _____ экз.** [3]
3	**СВЕДЕНИЯ О ЗАЯВИТЕЛЕ ИЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕ ЗАЯВИТЕЛЯ**
	☐ **Заявитель** [4] ☐ **Представитель заявителя**
3.1	**О физическом лице**
	Фамилия, имя, отчество _____
	Вид документа, удостоверяющего личность _____
	Серия и номер документа, удостоверяющего личность _____
	Кем выдан документ, удостоверяющий личность _____
	Дата выдачи документа «____» _____ ____ г.

Рисунок 4 - Часть формы заявления о снятии объекта недвижимости с государственного кадастрового учета

ФОРМА И СОСТАВ
сведений акта обследования

АКТ ОБСЛЕДОВАНИЯ
1. Общие сведения о выполненных кадастровых работах: **Настоящим актом обследования в результате осмотра места нахождения объекта недвижимости подтверждаю прекращение существования** _____ указывается вид объекта недвижимости: здание, сооружение, помещение, машино-место, объект незавершенного строительства **с кадастровым номером** _____ **, права на который** _____ **в Едином государственном реестре недвижимости** (указать нужное: зарегистрированы, не зарегистрированы)
2. Дата (число, месяц, год) или год прекращения существования объекта недвижимости **(гибели, уничтожения, сноса)** _____ указывается при наличии у заказчика соответствующих сведений
3. Сведения о кадастровом инженере:
Фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии) _____
Уникальный регистрационный номер члена саморегулируемой организации кадастровых инженеров в реестре членов саморегулируемой организации кадастровых инженеров и дата внесения сведений о физическом лице в такой реестр _____
Страховой номер индивидуального лицевого счета в системе обязательного пенсионного страхования Российской Федерации (СНИЛС) _____
Контактный телефон _____
Почтовый адрес и адрес электронной почты, по которым осуществляется связь с кадастровым инженером _____

Рисунок 5 - Часть формы акта обследования, установленной Приказом Росреестра от 24.05.2021 № П/0217 [3]

Здание вид объекта недвижимости			
Лист № 2 раздела 1	Всего листов раздела 1: 2	Всего разделов: 1	Всего листов выписки: 2
04.03.2025г. № КУВИ-001/2025-56497096			
Кадастровый номер:	11:20:0603001:707		
Сведения о включении объекта недвижимости в реестр объектов культурного наследия:	данные отсутствуют		
Сведения о кадастровом инженере:	Хазиева Елена Анатольевна, дата завершения кадастровых работ: 05.09.2024		
Статус записи об объекте недвижимости:	Объект недвижимости снят с кадастрового учета 12.09.2024 16:43:28		
Особые отметки:	Сведения, необходимые для заполнения разделов: 2 - Сведения о зарегистрированных правах; 5 - Описание местоположения объекта недвижимости; 6 - Сведения о частях объекта недвижимости; 7 - Перечень помещений, машино-мест, расположенных в здании, сооружении; 8 - План расположения помещения, машино-места на этаже (плане этажа), отсутствуют.		

Рисунок 6 - Часть выписки ликвидированного объекта - инженерно-лабораторного корпуса

Библиографический список:

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ № 34/пр от 24.01.2019.
2. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ “О государственной регистрации недвижимости”.
3. Приказ Росреестра от 24.05.2021 № П/0217 «Об установлении формы и состава сведений акта обследования, а также требований к его подготовке».

УДК 332.628

Оценочное зонирование территории по результатам анализа рынка жилья (на примере МО Ухта)

Попова В. В.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Оценочное зонирование подразумевает собой деление территории на оценочные зоны, в которые входят однородные по целевому назначению и виду функционального использования земельные участки с близкими значениями кадастровой стоимости.

Целью оценочного зонирования является представление в графическом виде информации о сложившейся на дату оценки ситуации в различных группах рынка недвижимости, представленных в конкретных ценовых зонах.

Итогом оценочных работ является определение удельного показателя средних рыночных цен земельных участков.

Для выполнения работ по оценочному зонированию необходимо использовать следующие документы:

1. Документы градостроительного зонирования;
2. Кадастровый план территории;
3. Документы территориального планирования.

Государственная кадастровая оценка проводится по решению исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации. бюджетным учреждением.

Оценочное зонирование состоит из следующих этапов [1, 3]:

1. Проводится типологизация населенных пунктов и межселенных территорий на основании их основных характеристик, влияющих на использование территорий;

2. В границах территориальной зоны анализируется фактическое использование земельных участков и объектов капитального строительства. Выделение ценовых зон осуществляется с учетом перспектив их развития, а также финансовых и временных затрат;

3. В составе каждой выделенной ценовой зоны определяются характеристики типового объекта недвижимости исходя из наиболее распространенных видов использования. Для каждого выделенного типового объекта оценки проводится сбор, и систематизация данных рынка земельных участков и других объектов недвижимости в границах выделенных зон и устанавливаются удельные показатели средних рыночных цен;

4. Выбирается метода расчета средних рыночных цен типовых объектов в ценовых зонах. Выбор зависит от характеристик типового объекта и наличия информации о ценах сделок и реальных предложений по объектам - аналогам для выделенного типового объекта;

5. По результатам оценочного зонирования составляется карта (схема) ценовых зон и устанавливаются удельные показатели средних рыночных цен в расчете на единицу площади типового объекта недвижимости в границах этих зон.

Для примера рассмотрим результаты оценочного зонирования территории по результатам анализа рынка жилья (на примере МО Ухта) [2].

Устанавливаются границы территориальных зон муниципального округа Ухта по документам градостроительного зонирования и кадастрового плана территории.

Для проведения анализа рынка необходимо задать характеристики типового объекта. Типовой (эталонный) объект недвижимости – это объект, характеристики которого, соответствуют модальным, «наиболее типичным» значениям или интервалам шкал ценообразующих факторов сегмента рынка.

Типовой объект по группе 0100 «Многоквартирные дома (дома средне- и многоэтажной жилой застройки)» выбран со следующими характеристиками [2]:

1. Тип (вид) объектов недвижимости – помещение (квартира);
2. Количество жилых комнат –1-2;
3. Площадь – 48,3 кв.м.;
4. Вид совершаемой сделки – купля-продажа;

5. Год постройки здания, в котором расположено помещение (квартира) – ранее 1982 г. (старше 40 лет);
6. Материал стен – кирпич;
7. Качество отделки – среднее;
8. Расстояние до остановки 400-700 метров.

Выбор физических и иных характеристик типового объекта недвижимости обоснован и описан с учетом состояния рынка на основе рыночной информации по предложениям (сделкам) с аналогичными объектами недвижимости на соответствующей территории.

В ходе проведения анализа рынка было выявлено достаточное количество предложений о продаже жилых помещений (квартир), расположенных в средне- и многоэтажной многоквартирной жилой застройке – 6724 аналога. На основании обработки рыночной информации получена гистограмма распределения объектов-аналогов по площади (рисунок 1). При размахе значений площади от 10 кв.м. до 203,5 кв.м. модальное значение составляет 48,3 кв.м. (1,2 комнатные квартиры) [2].

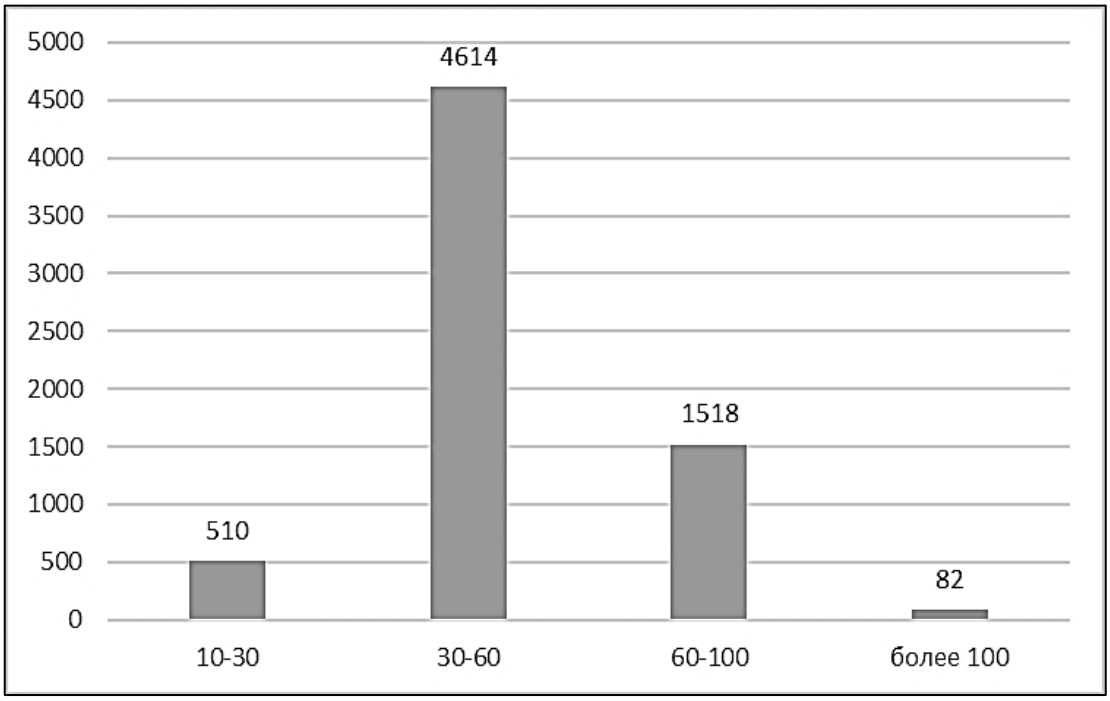


Рисунок 1 - Гистограмма распределения объектов-аналогов по площади

Далее для каждого кадастрового квартала были вычислены удельные показатели средних рыночных цен в расчете на единицу площади.

Значения среднего удельного показателя стоимости типового объекта (УПС ТО), рассчитаны с помощью сравнительных коэффициентов местоположения кадастровых кварталов и средневзвешенных удельных показателей рыночной стоимости аналогичных типовых объектов в соответствующем кадастровом квартале.

Ценовая зона также определяется по количеству населения. Ухта попадает в группу объектов, расположенных в городских населенных пунктах численностью от 50 до 100 тыс. человек (таблица 1) [2].

Таблица 1 - Среднее значение УПС ТО в г. Ухта, с разделением на ценовые зоны (ЦЗ)

Тип населенного пункта (/наименование)	УПС ТО, руб./м^2	Диапазон цен, руб./м^2
Городские населенные пункты с населением 50-100 тыс. чел. (г. Ухта)	50 200	45 000 - 55 000

На уровне муниципальных образований выделено 7 ценовых зон (таблица 2). Наиболее дорогие квартиры, относящиеся к 1 ценовой зоне, расположены на территории муниципального образования городской округ Сыктывкар, а квартиры 7 ценовой зоны, обладающие наименьшей стоимостью - в наиболее отдаленных от столицы территориях Республики Коми [2]. Ухта относиться ко второй ценовой зоне.

Таблица 2 - Ценовые зоны на уровне муниципальных образований

Ценовая зона (ЦЗ)	Диапазон цен, руб/м^2	Муниципальные образования
1	55 000	ГО Сыктывкар
2	45 000 - 55 000	ГО Ухта МР Сыктывдинский
3	35 000 - 45 000	ГО Усинск
4	25 000 – 35 000	МР Сосногорский, МР Усть-Куломский МР Корткеросский, МР Прилузский МР Сысольский, МР Усть-Вымский
5	15 000 - 25 000	МР Печора МР Троицко-Печорский МР Княжпогостский
6	10 000 - 15 000	МР Удорский ГО Вуктыл
7	0 -10 000	ГО Воркута ГО Инта

В ходе проведенного анализа рынка жилья было выяснено, что в Ухте находится 917 аналогов, которые соответствуют типовому (эталонному) объекту, и обладает преимуществом в цене перед другими МО в Республике Коми (например, Инта, Воркута), но при этом уступает городу Сыктывкару (рисунок 3). Средний уровень цен по объектам аналогам по городам представлен на рисунке 5.

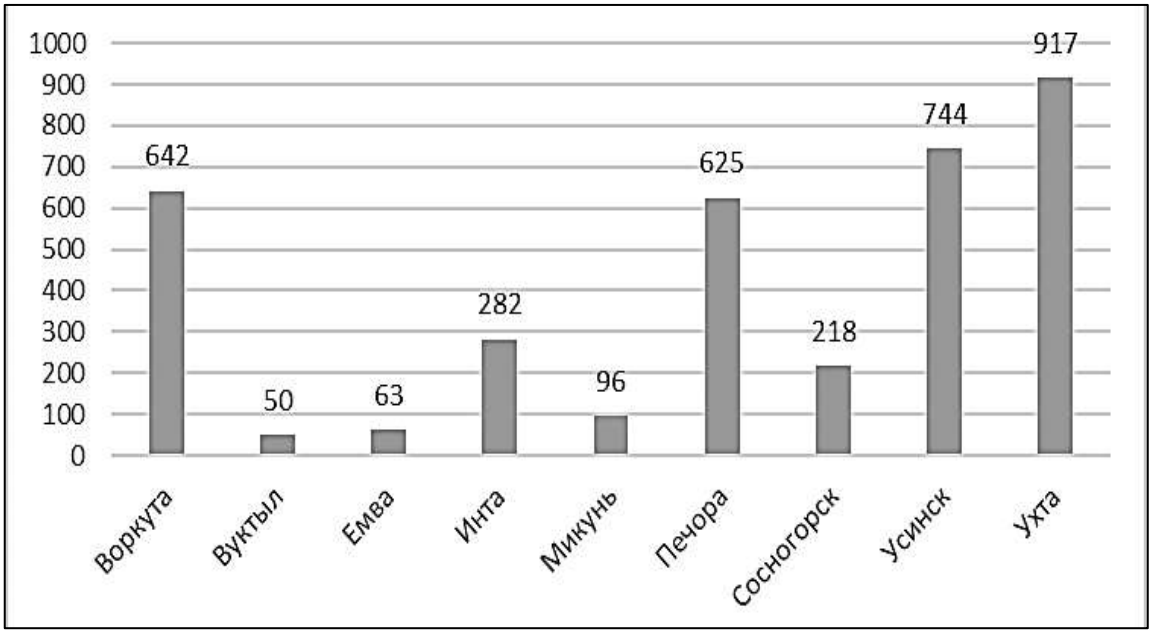
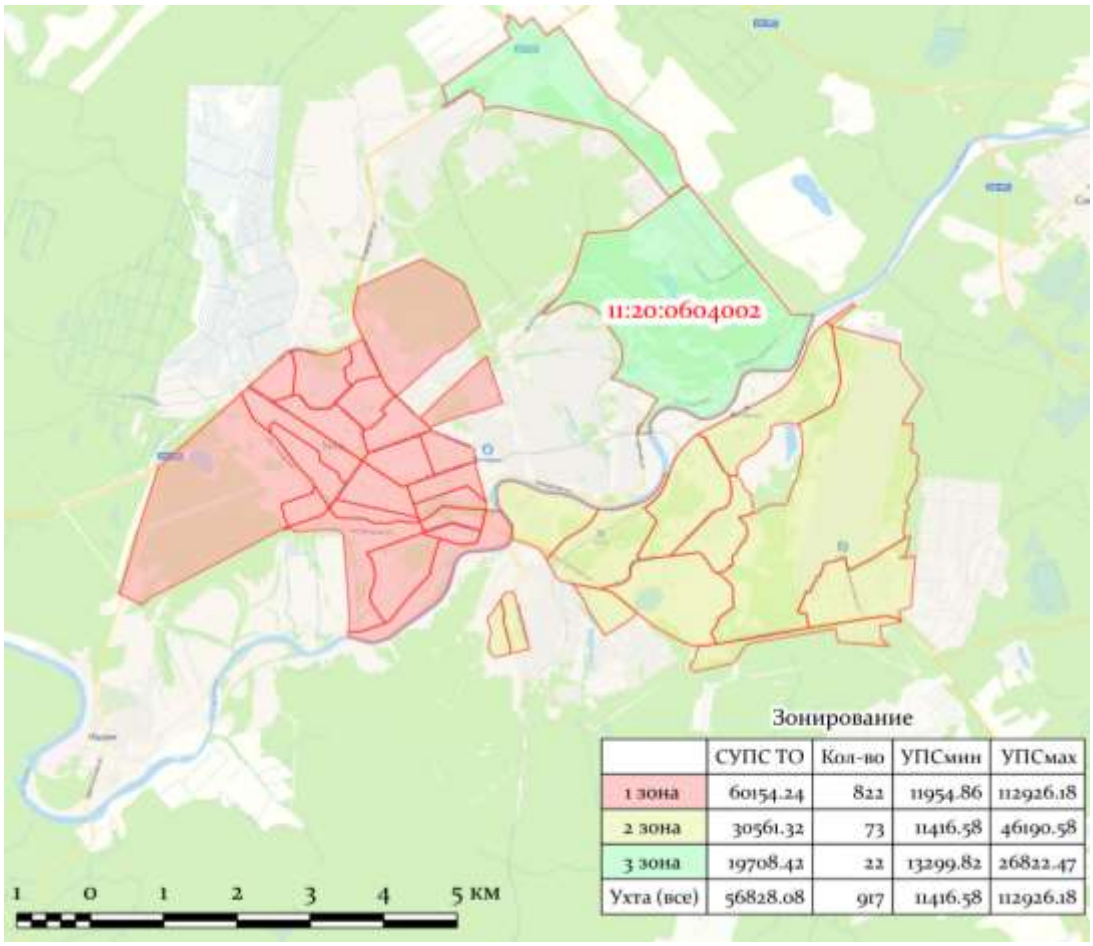


Рисунок 3 - Распределение по количеству представленных на рынке по объектам аналогам группы 0100 по городам, кроме г. Сыктывкар

На территории Ухты выделены 4 ценовые зоны (2,4,5,6). Диапазон удельного показателя стоимости типового объекта составил от 15 тысяч до 65 руб/м^2, в зависимости от местоположения [2].

Так как ценовые зоны, имеют близкие значения удельных показателей средних рыночных цен типовых объектов, допускается объединять их в одну ценовую зону. В итоге Ухта была разделена на 3 ценовые зоны (рисунок 6).



	СУПС ТО	Кол-во	УПСмин	УПСмах
1 зона	60154.24	822	11954.86	112926.18
2 зона	30561.32	73	11416.58	46190.58
3 зона	19708.42	22	13299.82	26822.47
Ухта (все)	56828.08	917	11416.58	112926.18

Рисунок 6 - Средний удельный показатель стоимости типового объекта с указанием минимального и максимального значения полученного в результате обработки рыночных данных в ценовых зонах г. Ухта

Анализ полученных результатов оценочного зонирования в графическом и семантическом виде позволяет сделать вывод о сложившейся на дату определения кадастровой стоимости ситуации в сегментах рынка недвижимости «Жилая застройка (средне- и многоэтажная)», представленной в конкретных ценовых зонах. Однако не стоит забывать, что рыночная стоимость «как наиболее вероятная цена…» по определению имеет вероятностную природу и, являясь математически расчетной величиной, лежит внутри рыночного диапазона цен, обусловленного экономическими законами и принципами ценообразования.

Библиографический список:

1. Федеральный закон от 03.07.2016 N 237-ФЗ (ред. от 19.12.2022) "О государственной кадастровой оценке" (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.01.2023).
2. Отчет об итогах государственной кадастровой оценки зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест на территории Республики Коми № 01/КСОКС/11-2023 – Сыктывкар, 2023 с. 781.
3. Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 "Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке" (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421) // СПС Консультант Плюс. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403900// (дата обращения 13.02.2025).

УДК 332.28

Особенности процедуры предоставления в аренду земельных участков из состава земель лесного фонда для ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты

Долина П. О.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н.
Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта, Россия

Леса играют основополагающую роль в жизни населения, что накладывает особую ответственность на процессы их использования.

В соответствии с действующим законодательством, право собственности на землю принадлежит исключительно государству и муниципальным образованиям. Частные лица не имеют возможности владеть участками, входящими в лесной фонд Российской Федерации. Однако граждане могут получить такие участки на условиях аренды. Аренда земель лесного фонда для охотничьего хозяйства требует соблюдения специфических правовых норм. [1].

Лесные участки из состава земель лесного фонда предоставляются в аренду юридическим и физическим лицам.

✓ Гражданам в аренду или безвозмездное пользование.

✓ Юридическим лицам в постоянное (бессрочное) пользование, в аренду или безвозмездное пользование.

Для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства лесные участки предоставляются на праве [1]:

1. Аренды.
2. Может быть установлен сервитут.
3. Может быть оформлено разрешение на использование лесов без предоставления лесного участка, установления сервитута, если осуществление указанных видов деятельности не влечет за собой проведение рубок лесных насаждений, создание объектов охотничьей инфраструктуры.

Порядок предоставления в аренду земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, без проведения торгов регулируется Земельным кодексом Российской Федерации.

Требования к составу схемы размещения и порядок ее составления утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В схеме должны отражаются границы охотничьих угодий и зоны планируемого создания охотничьих угодий.

При принятии решения об утверждении схемы размещения охотничьих угодий данная схема направляется в орган регистрации прав.

Обязательным приложением к документам, направляемым в орган регистрации, является описание местоположения границ соответствующих территорий или зон.

В Едином Государственном Реестре Недвижимости в качестве дополнительных сведений об объекте недвижимости вносятся сведения о расположении земельного участка в границах охотничьих угодий лесничеств.

На рисунке 1 представлен пример схемы размещения охотобазы в Кедвинском участковом лесничестве ГУ "Ухтинское лесничество".

Осуществление деятельности в сфере охотничьего хозяйства запрещается:

✓ В городских лесах.

✓ В лесопарковых и зелёных зонах.

Допускается использование земель сельскохозяйственного назначения для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства.

С согласия федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области обороны, или федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области безопасности, устанавливает возможность включать земли обороны, временно неиспользуемые по целевому назначению, в границы охотничьих угодий.

Допускается возможность использования земель запаса, включенных в границы охотничьих угодий, без их перевода в иную категорию земель.

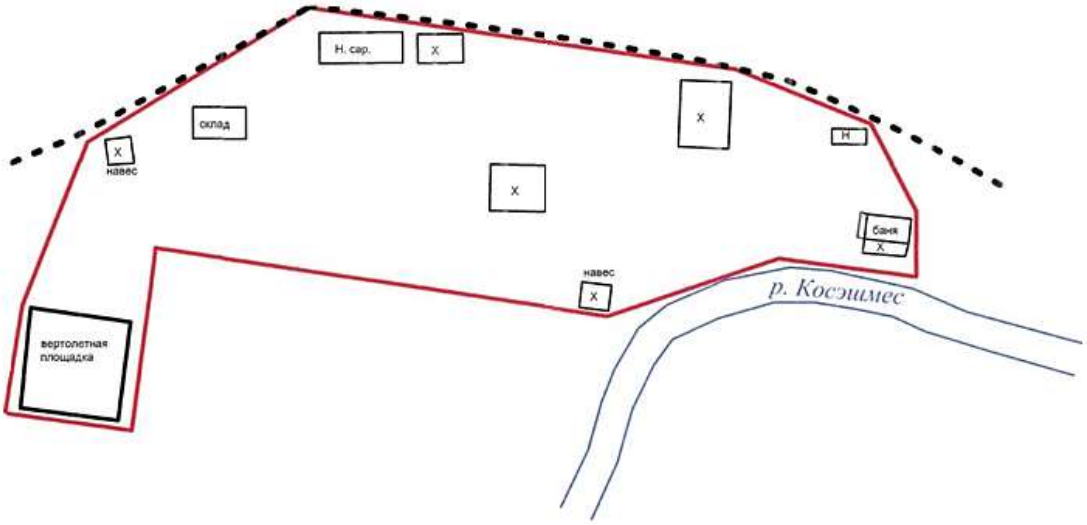


Рисунок 1 – Схема размещения охотобазы в Кедвинском участковом лесничестве ГУ «Ухтинское лесничество»

Наиболее распространенный вид оформления лесного участка – заключение договора аренды. Рассмотрим его особенности и этапы заключения.

Земельные участки, необходимые для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства, предоставляются лицам, с которыми заключены охотхозяйственные соглашения, в аренду без проведения торгов.

Договор (охотохозяйственное соглашение) должен предусматривать проведение мероприятий по сохранению охотничьих ресурсов и среды их обитания, и создание охотничьей инфраструктуры.

Договор аренды земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, заключается на срок, равный сроку действия охотхозяйственного соглашения. В свою очередь, охотхозяйственные соглашения заключаются на срок от двадцати до сорока девяти лет.

На рисунке 2 изображен необходимый алгоритм действий для аренды лесного участка. Для заключения договора аренды лесного участка необходимо выполнить следующие действия:

Подготовка проектной документации лесных участков.

При проектировании лесных участков составляется документ – проектная документация лесного участка. После разработки проектная документация лесного участка согласовывается территориальным лесничеством и утверждается решением органа государственной власти или органа местного самоуправления, осуществляющих полномочия по предоставлению лесных участков.

Постановка лесных участков на Государственный кадастровый учет.

Создается схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории органу местной власти. В графической части межевого плана представляется чертеж земельных участков и их частей, схема расположения земельного участка, и, если это требуется схема геодезических построений. Межевой план заполняется и отправляется в кадастровую палату.

1. Подается заявление о предоставлении лесного участка в аренду

После получения выписки из Единого Государственного Реестра Недвижимости заинтересованное лицо, которое хочет оформить права аренды на лесной участок поставленный на кадастровый учет повторно обращается в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды субъекта с заявлением о предоставлении в аренду лесного участка.

Заявление рассматривается в течение 30 (тридцати) календарных дней со дня его поступления в уполномоченный орган.

2. Договор аренды лесного участка.

На основании Решения уполномоченного органа исполнительной власти составляется договор аренды лесного участка между арендатором (лесопользователем) и арендодателем (Российская Федерация).

Рисунок 2 – Алгоритм действий необходимый для аренды лесного участка

3. Государственная регистрация договора аренды

После подписания договора аренды, необходимо обратиться с заявлением о государственной регистрации права аренды лесного участка, передаваемого по Договору, в уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти или его территориальный орган, осуществляющий государственный кадастровый учет и государственную регистрацию прав.

4. Проект освоения лесов.

Проект освоения лесов - это документ, описывающий цели использования арендатором лесного участка, взятого в аренду у арендодателя и будущие мероприятия, которые арендатор должен провести на участке.

Проект освоения лесов содержит сведения о разрешенных видах и проектируемых объемах использования лесов, мероприятиях по охране, защите и воспроизводству лесов, по созданию объектов лесной и лесоперерабатывающей инфраструктуры, по охране объектов животного мира и водных объектов, о мероприятиях по строительству, реконструкции и эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры.

5. Государственная экспертиза проекта освоения лесов.

Согласно договору аренды лесного участка, в течение 6 месяцев со дня заключения договора, Арендатор обязан разработать и представить Арендодателю проект освоения лесов для проведения государственной экспертизы.

Целью экспертизы является оценка соответствия проекта освоения лесов нормам законодательства РФ, целям и видам освоения лесов, предусмотренных проектом.

6. Лесная декларация.

После получения положительного заключения по проекту освоения лесов. Арендатор готовит лесную декларацию к договору аренды. Лесная декларация подается не менее чем за 6 рабочих дней до начала предполагаемого срока использования лесов. Лесной декларацией является заявление об использовании лесов в соответствии с проектом освоения лесов.

7. Государственный лесной реестр.

Требуется внести данные об участке в государственный лесной реестр. Государственный лесной реестр – это свод информации, в документированном виде о лесах, их защите, воспроизводстве, охране, а также о лесопарках и лесничества.

8. Отчет об использовании лесов.

Каждый арендатор при использовании участков земли из состава земель лесного фонда обязан предоставлять в контролирующие органы государственной власти следующие отчеты:

- отчет об охране лесов от пожаров;
- отчет о защите лесов;
- отчет об использовании лесов;
- отчет о воспроизводстве лесов.

В действительности срок согласования и рассмотрения всех необходимых документов может превышать шесть месяцев, что является значительным периодом и часто задерживает своевременное начало работ. Важной проблемой, мешающей получению документации на выдел участка, являются временные и финансовые затраты на предварительную проверку документов на полноту и соответствие установленным требованиям. Можно сделать вывод, что процесс оформления аренды земельного участка из земель лесного фонда является долгим процессом и требует определенных знаний в области землеустройства и кадастра.

Лица, использующие леса с предоставлением лесных участков для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства, обязаны:

- использовать лесной участок по целевому назначению в соответствии с Лесным кодексом, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, лесохозяйственным регламентом лесничества, на основании проекта освоения лесов и договора аренды лесного участка;
- составлять проект освоения лесов;
- ежегодно подавать лесную декларацию;

- своевременно предоставлять отчетность об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов;

- осуществлять меры противопожарного обустройства лесов на предоставленном лесном участке;

- осуществлять мероприятия по «компенсационному» восстановлению лесов не позднее чем через один год после рубки лесных насаждений;

- после прекращения действия договора аренды лесного участка привести лесной участок в состояние, пригодное для его дальнейшего использования по целевому назначению в соответствии с видом разрешенного использования.

Библиографический список:

1. Лесной кодекс Российской Федерации: фед. закон № 200–ФЗ от 04.12.2006 (ред. от 08.08.2024) // СПС Консультант Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/ (дата обращения 15.03. 2025).
2. Земельный кодекс Российской Федерации: фед. закон № 136–ФЗ от 25.10.2001 (ред. от 18.03.2020) // СПС Консультант Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/ (дата обращения 15.03. 2025).
3. Закон Российской Федерации № 209-ФЗ от 24.07.2009 "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". // СПС Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89923/ (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 004

Синтез географических данных на примере создания материалов геодезической съемки при помощи искусственного интеллекта

Федоров К. А.
Научный руководитель – Саприн С. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Обучение студентов инженерно-геодезических специальностей требует значительного объема практического материала для расчетно-графических и лабораторных работ. Появление новых технических средств и методик, особенно в инженерных направлениях требуют постоянного обновления практического материала, который должен отвечать большому количеству различных требований, от уровня сложности до разнообразия вариативности работ. Получение подходящего объёма и качества данных является проблемной задачей. Вариант использования данных от предприятий также довольно проблематичен, так как инженерные компании неохотно делятся своими материалами, считая их коммерческой тайной (в геодезии топографические данные часто являются государственной тайной). Данные, которые удается получить, часто не соответствуют учебным требованиям. Практика единого стандарта материалов, например данных аэрофотосъёмки или карт различных масштабов, применяемых в гражданских и военных вузах, использовавшаяся в советское время на сегодня не применима, в виду необходимости высокой гибкости образовательного процесса.

Ситуация начала своё изменение с появлением новых технологических решений. В последние годы стали доступны инструменты, базирующиеся на технологиях синтеза географических данных, позволяющие создавать не просто синтетические элементы геоданных, а полноценные данные геодезических съемок, полностью соответствующие результатам полевых измерений синтезированных территорий. Эти технологии открывают новые возможности для организации учебного процесса, позволяя студентам отрабатывать навыки в контролируемых условиях перед выходом на реальные объекты [2].

Данная статья рассматривает современные подходы к генерации учебных геодезических материалов, их преимущества и перспективы внедрения в образовательный процесс.

Цель исследования: рассмотреть метод синтеза реалистичных геодезических данных с помощью искусственного интеллекта для создания учебных материалов, имитирующих результаты тахеометрической съемки.

Синтез географических данных представляет собой процесс создания искусственных, но реалистичных моделей местности с использованием компьютерных технологий. Данный метод позволяет генерировать цифровые ландшафты, соответствующие природным закономерностям, что делает их применимыми в научных, образовательных и инженерных целях [1].

В основе синтеза географических данных лежат математические модели, воспроизводящие различные элементы ландшафта. Рельеф формируется с применением специализированных уравнений, обеспечивающих генерацию плавных форм, таких как холмы, впадины и другие топографические объекты. Гидрографические системы (реки, озера) моделируются с учетом гидродинамических закономерностей, что позволяет достичь естественного распределения водных потоков. Антропогенные объекты, включая дорожную сеть и здания, проектируются в соответствии с принципами пространственного планирования и инженерных норм [3].

Критически важным аспектом синтеза географических данных является обеспечение достоверности моделей. Для этого алгоритмы включают параметры, имитирующие реальные условия: статистические погрешности измерений, корректные топографические градиенты, естественную морфологию склонов и русловых процессов. Особое внимание уделяется взаимодействию элементов ландшафта - реки должны следовать понижениям рельефа, а инфраструктурные объекты - учитывать топографические ограничения [2].

Сгенерированные модели должны обладать высокой степенью физической достоверности для того что бы использоваться в профессиональных расчетах, включая гидрологические, геоморфологические и градостроительные исследования.

Современные технологии позволяют создавать реалистичные модели местности с помощью специальных алгоритмов. Этот процесс начинается с того, что пользователь описывает нужный участок: его размеры, особенности рельефа, наличие рек, дорог и других объектов. Например, можно задать параметры участка 100×100 метров с холмом посередине высотой 5 метров и рекой, текущей с севера на юг.

На основе этого описания компьютерная система генерирует первичный набор данных. Она создает сетку координат, рассчитывает высоты в каждой точке и определяет, где будут находиться разные объекты - холмы, реки, дороги.

Когда модель готова, ее можно сохранить в разных форматах для использования в популярных ГИС, таких как QGIS или ArcGIS. Такие искусственно созданные, но реалистичные модели особенно полезны в обучении, студенты могут использовать их для визуального ознакомления с изучаемой местностью на ранних этапах подготовки, не имея доступа к реальным топографическим данным. Также эти модели помогают тестировать алгоритмы обработки географической информации [2].

Главные преимущества этого подхода:

- возможность быстро создавать разные варианты местности,
- легкая корректировка параметров модели,
- реалистичность, соответствующая природным законам,
- совместимость с профессиональным программным обеспечением.

В рамках данного исследования рассматривается практическое применение технологий искусственного интеллекта для генерации синтетических данных о рельефе, с последующей генерацией данных геодезической съемки.

В качестве исходного материала использовались: описание территории, описание съемки для возможности имитации её результатов.

На первом этапе необходимо было создать виртуальную модель местности, включающей холмистый рельеф и озеро, на основании 150 съемочных точек с координатными парами, высотными отметками. На втором этапе необходимо было получить результат тахеометрической съемки данной территории с имитацией использования современного геодезического оборудования и методов (Рисунок 1).

```
0.000,0.000,0.120
0.000,100.0,0.080
100.0,100.0,1.450
100.0,0.000,1.520
60.0,50.0,7.890
40.0,30.0,-2.87
85.0,15.0,1.480
15.0,85.0,-2.31
50.0,20.0,0.56
50.0,80.0,0.62
75.0,45.0,0.15
10.0,10.0,0.20
10.0,25.0,0.21
80.0,70.0,1.4
0.0,10.0,0.110
0.0,20.0,0.090
0.0,30.0,0.150
0.0,40.0,0.210
0.0,50.0,0.180
10.0,10.0,0.200
10.0,25.0,0.210
10.0,50.0,0.450
```

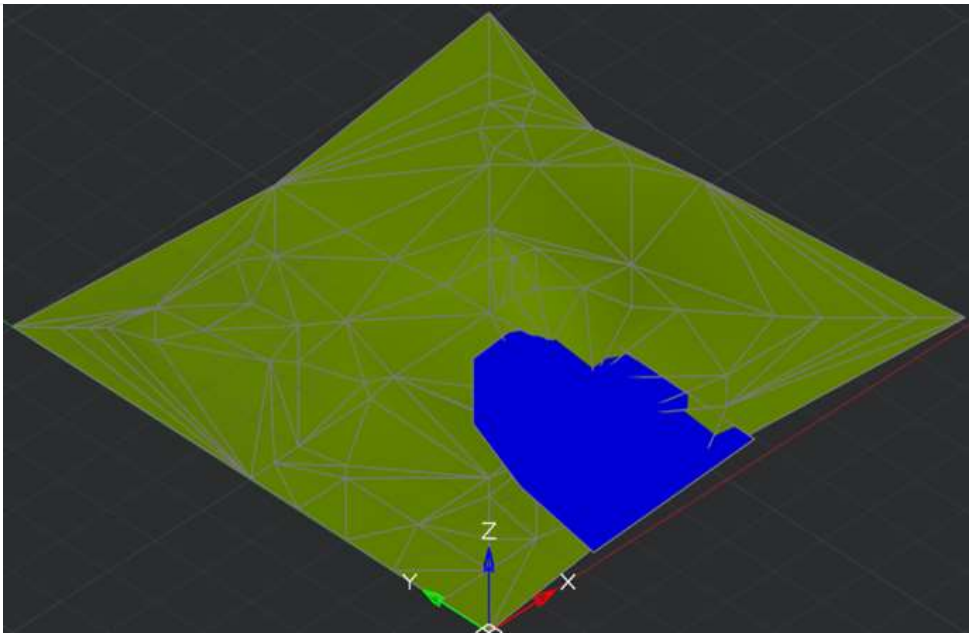


Рисунок 1 – Сгенерированный файл с точками и полученный результат

Для обработки данных первого этапа применялись специализированные геоинформационные системы, такие как NanoCAD GeoniCS. Построение модели рельефа выполнялось с использованием интерполяционных методов. В частности, применялся метод триангуляции (TIN – Triangulated Irregular Network), который позволил создать детализированную поверхность, точно отражающую перепады высот. Дополнительно использовался метод кригинга для сглаживания рельефа и минимизации погрешностей в зонах с недостаточной плотностью исходных данных.

После формирования цифровой модели были построены горизонтали с сечением 0,5 метра, что обеспечило наглядное представление рельефа. Для визуализации также применялись трёхмерные модели в виде триангуляционных поверхностей, что позволило детально проанализировать особенности местности, включая склоны холмов и береговую линию озера.

Для обеспечения вариативности учебных заданий была разработана методика генерации множества вариантов виртуальной местности с различными характеристиками рельефа и гидрографической сети. При этом основой для создания моделей послужил исходный набор из 150 съемочных точек, который подвергался алгоритмической модификации с целью получения разнообразных ландшафтных сценариев.

Трансформация исходной модели осуществлялась через систему регулируемых параметров:

- амплитуда вертикальных колебаний рельефа (вариация от 5 до 25 метров);
- коэффициент расчлененности поверхности (плавные волны/резкие перепады);
- радиус кривизны склоновых поверхностей;
- конфигурация береговой линии (коэффициент извилистости);
- площадь водного зеркала (вариация ±30% от исходной).

Особое внимание уделялось сохранению геоморфологической достоверности создаваемых ландшафтов - все варианты моделей проходили проверку на соответствие естественным процессам рельефообразования.

В результате было сформировано 32 базовых варианта местности, каждый из которых имел уникальную конфигурацию горизонталей с сечением 0,5 метра, специфическое расположение характерных точек рельефа, индивидуальные параметры гидрографической сети, набор типовых ситуаций для съемки (перегибы склонов, бровки, урезы воды).

Для удобства использования в учебном процессе разработана система кодирования вариантов, где каждый тип местности имеет уникальный идентификатор, содержащий информацию об основных характеристиках территории. Вариантом дальнейших исследований может являться создание эталонных наборов данных для проверки студенческих работ.

На следующем этапе предполагалось создание реалистичных учебных материалов, имитирующих полевую тахеометрическую съемку. Был выбран подход, основанный на точном воспроизведении работы тахеометра Trimble, как одного из наиболее распространенных приборов в современной геодезии.

Результаты виртуальной съемки представлены в виде файлов. JOB (внутренний формат Trimble Access) с полной регистрацией измерений. Кроме того, предполагалось использование экспортированных данных в .CSV и .DXF для обработки в стороннем ПО.

Для повышения практической ценности материалов в данные внесены преднамеренные случайные ошибки характерные для прибора. Получены ведомости измерений, включая журналы углов и расстояний, аналогичные полевым записям.

Основным инструментом решения задачи стал текстовый ИИ (искусственный интеллект, чат бот). Текстовый ИИ позволил оперативно генерировать варианты методик, форматов данных и сценариев обработки, что значительно ускорило подготовку учебных материалов. Например, автоматическая генерация описаний типовых ошибок съемки заняла минуты вместо часов ручной работы. Были отлично автоматизированы шаблонные рутинные задачи такие как: генерация шаблонов полевых журналов и ведомостей вычислений, создание вариантов заданий с разными параметрами рельефа. При этом решение оказалось доступно без глубоких навыков программирования.

Недостатки предложенной модели явились значительными и не позволили полностью реализовать задуманный сценарий. Отметим: ИИ иногда предлагал некорректные параметры рельефа и приборов, что требовало постоянной проверки данных экспертом. Наблюдались заметные расхождения (до 20%) при повторной генерации идентичных участков местности, а также трудности с масштабированием модели так как снижается точность границ (Рисунок2). Попытки автоматически генерировать файлы в форматах Trimble (.JOB) приводили к синтаксическим ошибкам, что привело к постоянному комбинированию данных ИИ с ручным редактированием. ИИ имел ограниченное понимание контекста поставленных задач и плохо понимал специальную терминологию. Текстовый ИИ не мог самостоятельно создавать корректные схемы съемки или 3D-модели рельефа - эту часть пришлось дорабатывать самостоятельно, при этом проблема возникала с «обратной связью», так ИИ не понимал созданные нами исправления.

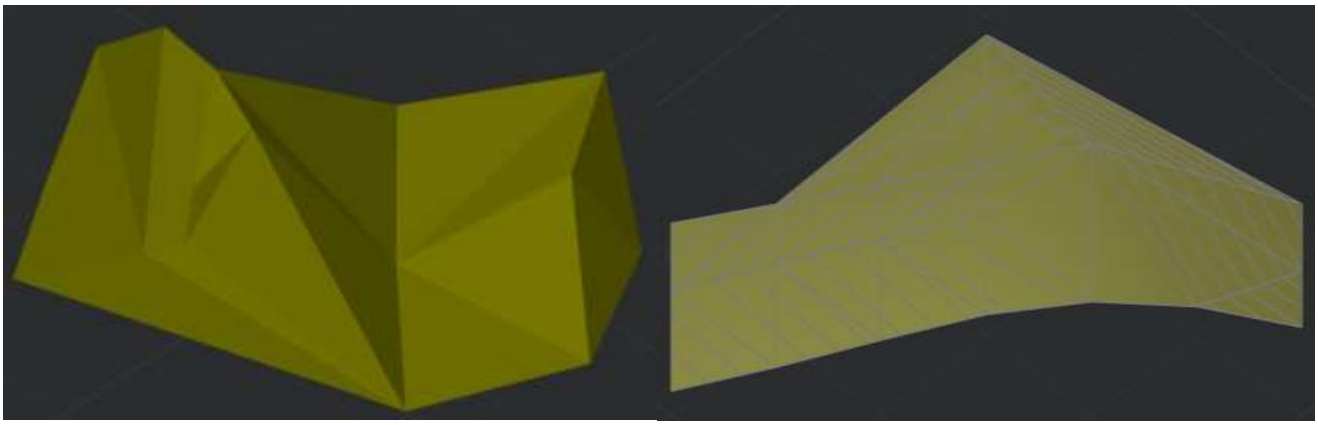


Рисунок 2 – Неудачные варианты работы

В итоге оптимальной являлась стратегия комбинирования ИИ для генерации «сырого» материала с последующей экспертной проверкой и доработкой. При этом можно говорить о сокращении общей времени обработки данных примерно на треть. Алгоритмы, заложенные в ИИ общего назначения, не позволили произвести комфортное решение поставленной задачи, хотя и значительно упростили её. Перспективы дальнейшего развития исследования очевидно связаны с необходимостью специализированного обучения моделей и разработкой стандартов проверки достоверности синтезированных данных.

Библиографический список:
1. Использование нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости /Д.Е.Семенова, И.А.Гиниятов [Электронный-ресурс]: https://sgugit.ru/upload/science-and-innovations/conference-ssga/regulirovanie-zemelno-imushchestvennykh-otnosheniy-v-rossii/collections-of-materials-2022/part2/182-188.pdf?ysclid=m6s626d96x314338916 (дата обращения: 10.02.2025).
2. Системы искусственного интеллекта и нейронные сети в геодезии В.А.Валюшко, М.М. Бурак. [Электронный-ресурс]: Валюшко Е_Бурак М_НИР 2012.pdf (дата обращения: 12.02.2025).
3. Информационный ресурс Википедия (Wikipedia) [Электронный-ресурс].-: http://commons.wikimedia.org;. http://commons.wikimedia.org (дата обращения: 12.02.2025).

УДК 551.583:504.7(470.13)

Тенденции изменения климатических параметров Усть-Цилемского района Республики Коми в аспекте глобального потепления

Ковалёва С. М.
Научный руководитель - Николаева Г. В.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Изменение климата в последние десятилетия представляет собой одну из наиболее серьезных и обсуждаемых глобальных проблем, оказывающих значительное влияние на экосистемы, экономику, здоровье населения и угрожающих человечеству реальными негативными последствиями. Данному вопросу посвящена обширная литература, однако исследования, касающиеся климатических изменений на территории Республики Коми (РК), остаются единичными. В настоящее время доказанный темп роста температуры приземного воздуха составляет: для всей планеты 0,18°С/10 лет, для территории России 0,51°С/10 лет, для АЗРФ 0,75°С/10 лет [1]. Скорость роста температуры воздуха в Республике Коми, по данным Коми ЦГМС, составляет 0,2°С/10 лет [2].

Данная работа посвящена анализу изменений климатических характеристик Усть-Цилемского района Республики Коми за последние 60 лет. Усть-Цилемский район расположен на северо-западе Республики Коми (рисунок 1) и входит в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Рисунок 1 - Расположение территории исследования

Источником данных для анализа послужили климатические нормы, опубликованные в справочниках Росгидромета в открытом доступе [3, 4]. Под климатическими нормами понимается статистически обработанная информация многолетнего ряда наблюдений. Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО), в целях возможности сравнения данных разных источников, нормы рассчитываются на тридцатилетние периоды для годов, начинающихся на 1 и заканчивающихся на 0, однако в связи с быстрыми изменениями климата тридцатилетние нормы обновляются каждые десять лет, что позволяет использовать их в качестве индикаторов климатических изменений [5].

В рамках исследования были проанализированы изменения следующих климатических показателей: температуры приземного воздуха, количества осадков, парциального давления водяного пара, атмосферного давления, продолжительности солнечного сияния, скорости ветра и температуры на поверхности почвы.

Температура приземного воздуха. В таблице 1 представлены нормы температуры воздуха за пять периодов (N1-N5), начиная с 1931 по 2020 годы. В таблице 2 отображено изменение норм среднегодовых и сезонных температур за весь период наблюдений и за период наиболее интенсивных изменений (с норм 1961-1990 г.г.).

Таблица 1 – Распределение среднемесячных температуры воздуха

Периоды, гг.		Месяц												Средне годовые, °С	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t	A
N1	1931-1960	-15,8	-15,7	-11,6	-2,0	3,4	11,0	14,4	12,5	6,1	-0,8	-7,4	-13,9	-1,6	30,2
N2	1951-1980	-17,6	-16,4	-10,5	-2,9	3,3	10,5	15,2	12,0	5,6	-1,8	-9,2	13,7	-2,1	32,8
N3	1961-1990	-18,6	-15,7	-8,7	-3,2	3,4	10,8	15,3	11,8	6,3	-1,4	-8,9	-14,1	-1,9	33,9
N4	1971-2000	-17,7	-15,1	-7,8	-0,7	3,6	12,0	15,1	11,2	5,7	-2,0	-10,3	-14,3	-1,9	32,8
N5	1991-2020	-16,3	-14,8	-8,0	-1,5	5,2	11,8	15,5	12,0	7,1	0,2	-8,2	-12,7	-0,8	31,8
Δ $N_{общ.}$= N5 – N1		-0,5	+0,9	+3,6	+0,5	+1,8	+0,8	+1,1	-0,5	+1,1	1,0	-0,8	+1,2	+0,8	+1,6
Δ = N5 – N3		+2,3	+0,9	+0,7	+1,7	+1,8	+1,0	+0,2	+0,2	+0,8	+1.6	+0,7	+1,4	+1,1	-2,1

Таблица 2 - Разности климатических норм среднегодовых и сезонных температур

Изменение средних многолетних температур	$\Delta N_{общ.}$ = N5 – N1	Δ = N5 – N3
Годовая	+0, 8	+1,1
Зима (декабрь-январь)	+1,6	+4,6
Весна (март-май)	+5,9	+4,2
Лето (июнь-август)	+1,4	+1,4
Осень (сентябрь-ноябрь)	+1,3	+3,7

Анализ данных таблицы 1 показывает рост температур за весь период наблюдений на 0,8°С, особенно интенсивным начиная 70-х годов. По сезонам года наиболее потеплели зимы и осень, тогда как летние температуры увеличились минимально (на 1,4°С). Нормы амплитуд температур за последние 50 лет снизились на 2,1 °С (климат стал мягче).

Аналогичные расчеты были проведены для других климатических показателей.

Осадки. В аналитическом докладе «Адаптация лесного сектора Республики Коми к изменениям климата…» [6] приводятся данные по изменению среднегодового количества осадков для Троицко-Печорского района. В частности, утверждается, что за последние 60 лет количество осадков увеличилось на 80 мм (18 %). Однако данные изменения норм осадков, представленные в таблице 3 дают оценку приращения осадков на порядок ниже: среднегодовая сумма осадков за этот период наблюдений варьирует в пределах всего 3-7 мм.

Парциальное давление (упругость водяного пара). Нормы парциального давления водяного пара по ГМС Усть-Цильма также продемонстрировали положительную динамику за все анализируемые периоды (увеличение на 9,3 %). Данные, представленные в таблице 4, показывают стабильный рост парциального давления во все месяцы года, за исключением ноября и декабря. Максимальный рост парциального давления наблюдается в конце весны и начале лета.

Атмосферное давление. Нормы среднегодовых значений атмосферного давления в Усть-Цилемском районе продемонстрировали относительную стабильность на протяжении анализируемых периодов, не претерпев значительных изменений (таблица 5). Тем не менее, как и в случае с осадками, наблюдается перераспределение атмосферного давления по сезонам: зимой, весной и начале лета наблюдается отрицательный рост норм давления, а во вторую половину года, начиная с июля отмечается небольшой положительный прирост.

Продолжительность солнечного сияния (ПСС) за последние 30 лет увеличилась незначительно — на 33 часа, что составляет 2,2%. В предшествующий период нормы ПСС демонстрировали снижение в большинстве месяцев, за исключением июня, июля и октября-декабря. Однако в последний период наблюдений отмечается обратная тенденция: нормы ПСС увеличились в большинстве месяцев, кроме июня и сентября-декабря, что отражено на графике.

Ветер. Анализ норм ветровой активности в Усть-Цилемском районе (таблица 7) указывает на общее снижение среднемесячных и среднегодовых значений скорости ветра. Максимальное снижение зафиксировано в осенне-зимний период (от 16% до 23% в ноябре), тогда как минимальные значения снижения наблюдаются в весенне-летний период (11-16%).

Температура на поверхности почвы. Изменения норм температуры на поверхности почвы были проанализированы в контексте потенциальной деградации многолетнемерзлых пород (ММП) островного и массивно-островного распространения, зафиксированных в регионе.

Как видно из таблицы 8, среднемесячная температура на поверхности почвы увеличилась практически за все месяцы за исключением декабря и января. Среднегодовая температура также повысилась на 0,5°С.

К сожалению, вывить закономерности изменения температуры в почве с глубиной не представляется возможным: в научно-прикладном справочнике по климату СССР [3] опубликованы нормы температур почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. В более позднем издании – справочнике «Климат России» [4] приводятся данные по температуре почвы уже на глубинах 80, 160 и 320 см.

В заключение следует отметить, что сравнительный анализ тенденций изменения климата Усть-Цилемского района с Республикт Коми сделать затруднительно в виду отсутствия данных в целом по РК в открытом доступе.

Поэтому проведено сравнение с изменениями норм квази-однородного климатического региона I [5], включающего в том числе и Усть-Цилемский район в составе Севера европейской части России (ЕЧР), и Западной Сибири (рисунок 2). Схема выделения квази-однородных районов основана на классификации климатов Алисова и используется в докладах Росгидромета [7, 8].

Результаты сравнительного анализа Сравнение для центральных месяцев календарных сезонов представлены в таблице 9 и на рисунке 3.

На основании полученных данных можно утверждать о сопоставимости результатов и аналогичности выявленных тенденций. Все обозначенные нами изменения климата Усть-Цилемского района соответствуют общим тенденциям глобального потепления. Наиболее ярким индикатором данного процесса, как и ожидалось, является температура приземного воздуха.

Таблица 3 – Нормы среднемесячного и среднегодового количества осадков по данным ГМС Усть-Цильма

Периоды, гг.		Месяц												Сумма осадков за год, мм
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N1	1931-1960	32	25	29	34	43	60	59	64	74	60	45	36	561
N2	1951-1980	35	24	29	30	45	57	59	66	68	59	45	39	556
N3	1961-1990	34	27	28	33	43	56	65	71	59	60	45	42	563
N4	1971-2000	34	28	28	32	42	57	64	73	56	60	44	42	560
N5	1991-2020	35	26	27	29	42	64	62	71	64	61	43	38	563

Таблица 4 – Динамика нормативных среднемесячных и среднегодовых значений упругости водяного пара (парциального давления) по ГМС Усть-Цильма

Периоды, гг.		Месяц												Среднегод., гПа
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N2	1951-1980	1,7	1,8	2,5	3,9	5,5	8,7	11,8	11,4	8,3	5,2	3,4	2,3	5,5
N3	1961-1990	1,6	1,9	2,9	3,7	5,5	8,7	12,6	11,2	8,2	5,1	3,3	2,3	5,6
N4	1971-2000	1,8	2,0	3,0	3,8	5,5	9,2	12,4	11,0	8,2	5,2	3,1	2,3	5,6
N5	1991-2020	1,9	2,1	2,9	4,1	5,9	9,5	12,8	11,5	8,7	5,7	3,4	2,3	5,9
Δ N = N5 – N2		0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,8	1,0	0,1	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4

Таблица 5 – Изменение нормативных значений давления на уровне моря по данным ГМС Усть-Цильма

Периоды, гг.		Месяц												Ср. год., гПа
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N3	1961-1990	1014,8	1016,5	1015,8	1013,7	1015,8	1011,7	1011,3	1011,9	1011,0	1009,8	1010,7	1010,8	1012,8
N4	1971-2000	1011,8	1013,8	1015,6	1013,7	1015,3	1011,5	1011,3	1011,3	1011,7	1010,1	1011,7	1009,0	1012,2
N5	1991-2020	1011,8	1013,4	1011,2	1013,4	1014,1	1010,5	1011,8	1011,7	1012,4	1010,7	1013,9	1011,5	1012,2
Δ N = N5 – N3		-3,0	-3,1	-4,6	-0,3	-1,7	-1,2	+0,5	-0,2	+1,4	+0,9	+3,2	+0,7	-0,6

Таблица 6 - Изменение норм ПСС по ГМС Усть-Цильма

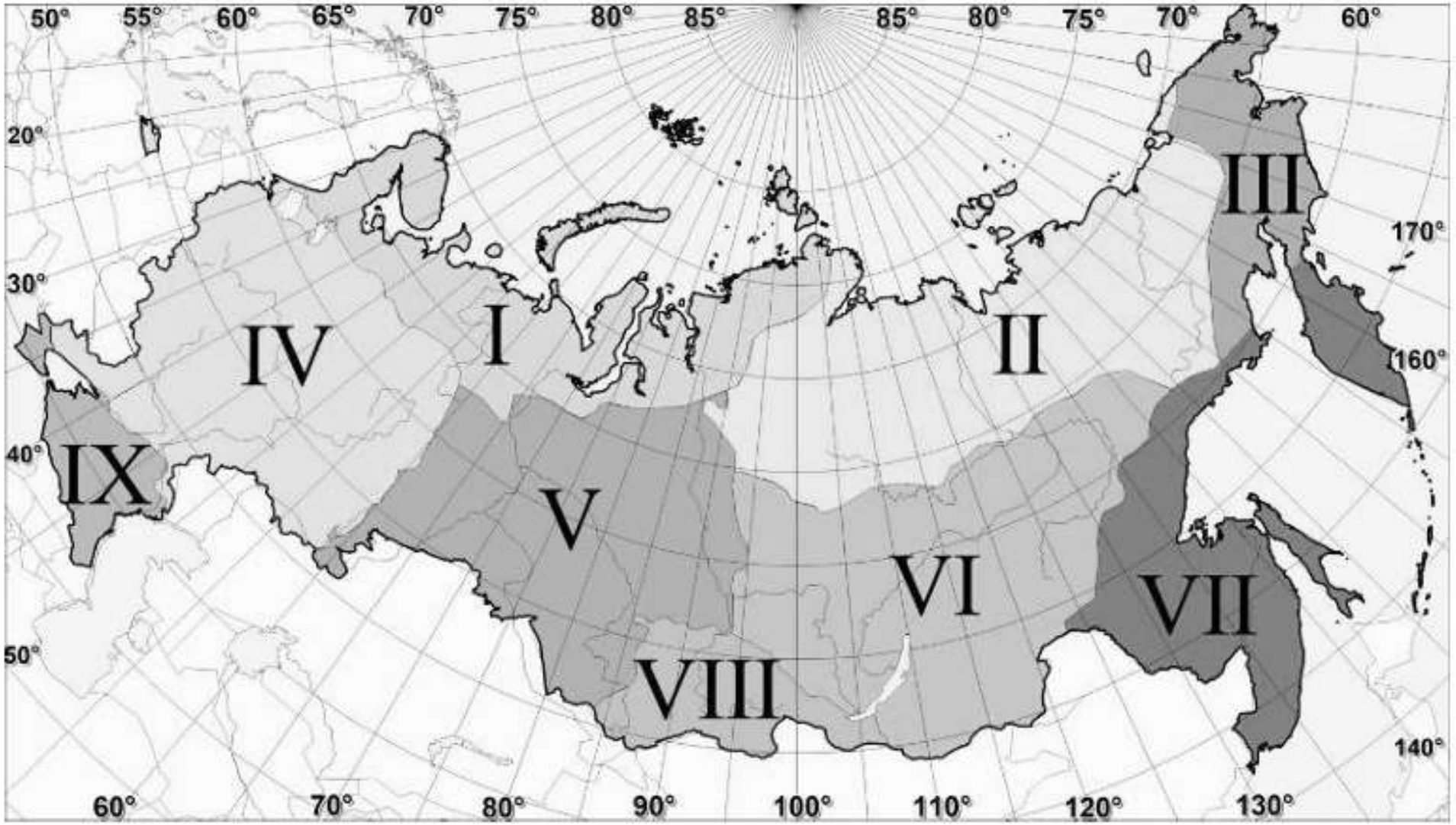
Периоды, гг.		Месяц												Год, ч
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N2	1951-1980	8	55	126	202	233	274	302	187	91	38	13	2	1531
N3	1961-1990	6	52	113	194	230	270	277	178	93	40	10	1	1464
N4	1971-2000	5	48	108	186	224	278	286	165	92	44	12	4	1452
$\Delta_{2\text{-}4}$ = N5 – N4		-3	-7	-18	-16	-9	+4	-16	-22	+1	+6	-1	+2	-79
N5	1991-2020	8	57	126	176	238	270	299	173	90	36	12	0	1485
$\Delta_{4\text{-}5}$ = N5 – N4		+3	+9	+18	-10	+14	-8	+13	+8	-2	-8	0	-4	+33

Таблица 7 - Изменение норм скорости ветра (м/с) по данным ГМС Усть-Цильма

Периоды, гг.	Месяц												Год, м/с
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1939-1980 [3]	4,6	4,7	4,7	4,4	4,6	4,5	4,0	3,9	4,2	4,5	4,7	4,5	4,4
1966-2021 [4]	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	3,8	3,4	3,3	3,4	3,7	3.6	3,7	3,7
Δ N	-0,8	-0,9	-0,8	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,1	-0,8	-0,7

Таблица 8 – Распределение среднемесячных температур на поверхности почвы по ГМС Усть-Цильма

Периоды, гг.	Месяц												Среднегодовые, °С	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	t	A
1939-1980 [3]	-18	-18	-12	-4	4	12	17	13	6	-2	-9	-14	-2	35
1966-2021 [4]	-18,4	-16,9	-9,6	-2,9	4,1	12,7	17,4	13,2	6,8	-0,9	-8,6	14,0	-1,5	35,8
Δ N	-0,4	+1,1	+2,4	+1,7	+0,1	+0,7	+0,2	+0,2	+0,8	+1.1	+0,4	0,0	+0,5	+0,8



I – Север ЕЧР и Западной Сибири, II – Северная часть Восточной Сибири и Якутии, III – Чукотка и север Камчатки, IV – Центр ЕЧР, V – Центр и юг Западной Сибири, VI – Центр и юг Восточной Сибири, VII – Дальний Восток, VIII– Алтай и Саяны, IX– Юг ЕЧР

Рисунок 2 – Квази-однородные климатические регионы

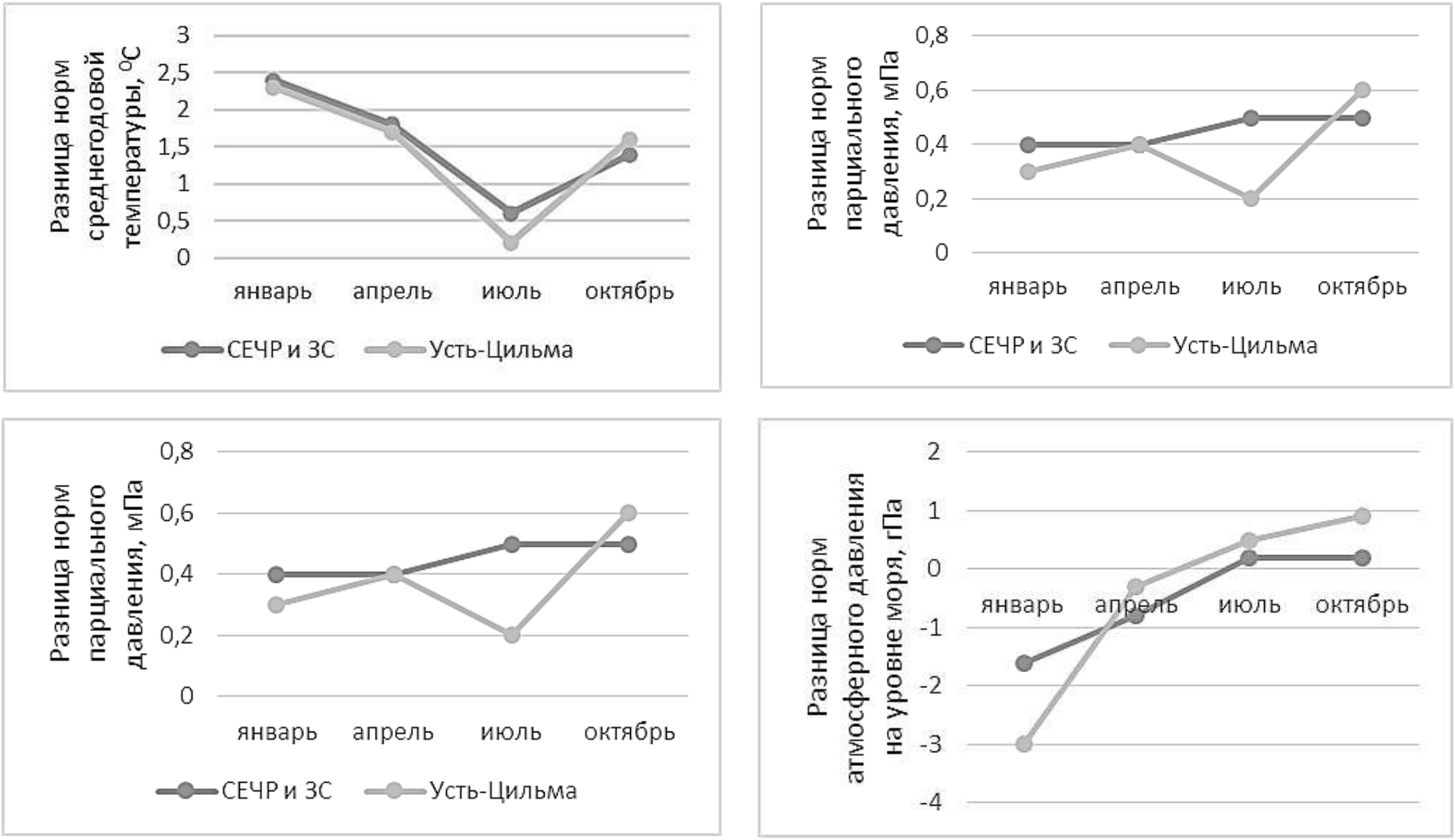


Рисунок 3 – Разница норм (ΔN) 1991-2020 г.г. относительно базового периода 1961-1990 г.г.
Усть-Цилемского района в сравнении с нормами квази-однородного региона Север ЕЧР и Западной Сибири

Таблица 9 – Разница норм (ΔN) 1991-2020 г.г. относительно норм базового периода 1961-1990 г.г. Усть-Цилемского района в сравнении с климатическим регионом I Север ЕЧР и Западной Сибири

	Центральные месяцы сезонов			
	Январь	Апрель	Июль	Октябрь
Температура воздуха, °С				
Север ЕЧР и Западная Сибирь (106 ГМС)	2,4	1,8	0,6	1,4
Усть-Цильма	2,3	1,7	0,2	1,6
Атмосферные осадки, мм				
Север ЕЧР и Западная Сибирь (111 ГМС)	3	1	2	5
Усть-Цильма	2	-4	-3	1
Атмосферное давление на уровне моря, гПа				
Север ЕЧР и Западная Сибирь (104 ГМС)	-1,6	-0,8	0,2	0,2
Усть-Цильма	3	-0,3	0,3	0,9
Парциальное давление (упругость водяного пара), гПа				
Север ЕЧР и Западная Сибирь (103 ГМС)	0,4	0,4	0,5	0,5
Усть-Цильма	0,3	0,4	0,2	0,6

Библиографический список:

1. Глобальное изменение климата и Северо-Западный федеральный округ. На пути к адаптации / Климатический центр Росгидромета. Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2021.-12 с.
2. Козел О.Г. Опыт разработки региональной стратегии адаптации к изменению климата в РК. http://meteork.ru/art007.shtml
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, части 1-6, выпуск 1 Архангельская и Вологодская области, Коми АССР. Книга 1, Гидрометеоиздат, Ленинград, 1989.
4. Научно-прикладной справочник «Климат России» Copyright © 2000-2011-2024 ВНИИГМИ-МЦД В.М. Веселов И.Р. Прибыльская, О.А. Мирзеабасов.
5. Н.Н. Коршунова, Н.В. Швець. Региональные особенности изменения норм основных климатических параметров на территории России. Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2023. № 1(387). С.131-147.
6. Аналитический доклад «Адаптация лесного сектора Республики Коми к изменениям климата на основе анализа информации о среднесрочных (20-40 лет) прогнозных сценариях изменения климата в регионе». Фонд содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга», Сыктывкар, 2022.
7. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. – Москва, 2024. – 104 стр.
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. – Москва, 2025. – 104 стр.

УДК 004.774.6:630(470.13)

Сайт лесов Сыктывдинского района Республики Коми

Плющ З. В., Чабанов А. А.
Научный руководитель – Рочев С. А.
МБУДО «Районный центр внешкольной работы», с. Выльгорт, Россия

Современный человек давно не является частью природы, активно пользуясь богатствами, которые ему щедро даёт Земля, при этом часто ничего не даёт ей взамен.

Цель проекта – разработать сайт лесов Сыктывдинского района Республики Коми на основе результатов комплексного мониторинга состояния лесов Сыктывдинского района Республики, проведённого нами в 2021-2024 годах.

Задачи исследования:

- создать комплексную интерактивную карту лесов Сыктывдинского района Республики Коми;
- разработать таксационную карту окрестностей п. Яснэг;
- наполнить сайт лесов презентационными и фотоматериалами;
- продемонстрировать шаблон, при помощи которого можно применить полученные нами данные к любому лесному региону мира (на примере Ленинградской области РФ и Амазонии на территории Бразилии).

Гипотеза исследования – результаты мониторинга, показанные на интерактивной лесной и таксационной картах лесов Сыктвдинского района Республики Коми можно применить как шаблон в изучении любой лесной территории Земли.

Данное исследование проводилось нами в течении четырёх лет, для проведения мониторинга состояния лесов нами были использовали несколько современных информационных технологий:

- электронный сервис «Яндекс-карты»;
- учебные квадрокоптеры «Telllo» и «DJ Ai Mini2»;
- программа и сайт «ArcGIS»;
- электронный сервис «Quantum GIS».

Основными методами изучения космических снимков является:

- сравнительно-аналитический метод;
- метод дешифрования полученных со спутника данных.

В течении этого времени мы определили, какие группы хвойного леса имеются на территории района, разделили лесные делянки на виды по происходящему лесовосстановлению. Малоизменённые участки тайги занимают менее 40 % территории.

Для подтверждения полученных через «Яндекс-карты» данных мы посетили ряд лесных делянок, а именно-участки, где лес был недавно вырублен и участки, где подрастает молодой лес, высаженный человеком. Визуальный осмотр лесных делянок подтвердил точность данных, полученных с сервиса «Яндекс-карты». Здесь мы также провели простейшие таксационные измерения – определили видовой состав, высоту и возраст подроста. Стало понятно, что леса лучше восстанавливаются путём искусственного лесовосстановления.

На этих же лесных участках мы использовали школьный квадрокоптер «Tello» и «DJI Mini2», которые управляется при помощи программы, установленной на смартфоне. Видео и фото, полученные с квадрокоптера, также подтвердили тезис о том, что «Яндекс-карты» передают правдивую информацию. Например, видно, что сосны растут рядами, значит их высадил человек.

Также в ходе исследования мы применили ещё одну ГИС-технологию – информационный сервис «QuantumGIS».

При анализе снимков в динамике также виден рост количества участков с вырубленным лесом и зарастающие сосной делянки.

Кроме этого, по предоставленным Сыктывдинским лесничеством статистическим данным также видно, что первичных лесов всё меньше, участков леса, восстановленных искусственным способом - всё меньше.

Для обобщения полученных данных и представления их широкой аудитории, мы использовали сервис «ArcGIS», и, работая, в личном кабинете создали web-сайт, где представлены:

- интерактивная карта лесов Сыктывдинского района Республики Коми;
- интерактивная таксационная карта лесов окрестностей п. Яснэг;
- таксационные карты лесных участков в Ленинградской области РФ и Амазонии (Бразилия);
- презентационные материалы данного исследования (фотографии, комментарии, выводы)

Отсканировав специальный QR-код, любой человек сможет ознакомиться с материалами, рассказывающими о процессах лесовосстановления, происходящих в Сыктывдинском районе Республики Коми. Этот сайт оказался прост в работе и сделал результаты проведённого нами исследования доступными для широкой аудитории.

В ходе проведённого исследования мы создали сайт для ознакомления с результатами нашего исследования.

Гипотеза, выдвинутая в ходе работы над проектом, подтвердилась в полном объёме – теоретическая база, накопленная в ходе изучения лесов окрестностей Яснэга и всего Сыктывдинского района проецируется на любой лесной регион мира, помогает понять, на сколько изменены и восстановлены человеком его леса, т.к. ситуация в хвойных лесах Сыктывдинского района является типичной для всех лесов мира.

Постоянный и систематический мониторинг состояния лесов окрестностей Яснэга, а потом и всего Сыктывдинского района Республики Коми помог увидеть нам не только масштабы вырубок и масштабы лесовосстановления, но и привел к мысли о том, что Информация к сведению-полученные данные можно проецировать на все лесные регионы Земли. Проект предназначен для широкого круга лиц, интересующихся экологией, может быть использован на уроках экологии и биологии для знакомства учащихся с экологическими проблемами лесов, а также при изучении лесных ресурсов в экономической географии России и стран мира.

Библиографический список:

1.Лесной бюллетень N31 - Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы (forest.ru)
2. https://itguides.ru/voprosy-i-otvety/kak-polzovatsya-yandex-kartami.html - Электронный сервис Яндекс-карты.
3. Программа ArcGIS - ArcGIS Online (esri.ca)
4. "Лесной кодекс Российской Федерации" (ЛК РФ) от 04.12.2006 N 200-ФЗ (последняя редакция) \ Консультант Плюс (consultant.ru)
5. Луганский, Н.А., Залесов, С.В., Луганский, В.Н. Л83 Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 128 с.

УДК 771.712

Основные проблемы качества воды в Республике Коми

Алина Т. В.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Республика Коми относится к одному из наиболее водообеспеченных регионов России. Основу густой гидрографической сети составляет река Печора с её главными притоками Усой и Ижмой, река Вычегда (приток Северной Двины) с притоками Сысолой и Вымью, река Мезень с притоком Вашкой. Но, несмотря на это, качество необходимой для потребителей природной воды оставляет желать лучшего – она далеко не всегда соответствует нормативам питьевого назначения. Поэтому цель работы – изучить проблемы качества воды в Республике Коми и выяснить их причины. Для этого были проанализированы результаты мониторинга государственных докладов о состоянии окружающей среды в Республике Коми за 2021-2023 гг., а именно значения гидрохимических показателей.

Основные источники загрязнения вод. Существуют факторы, влияющие на качество воды. Природные факторы следующие: рассматриваемая территория относится к гумидной (постоянно увлажненной) таежной зоне. Особенностью равнинного рельефа считается замедленный поверхностный водообмен, обуславливающий значительную заболоченность и переувлажненность местности. Промывной и застойный водный режим создает кислую среду, способствующую активной миграции комплексов Fe, Mn, Al с органическими веществами, вымыванию их из почв и поступлению в поверхностные и подземные воды.

Основными антропогенными источниками загрязнения вод в Республике Коми являются: нефтяная отрасль, угольная промышленность, целлюлозно-бумажное производство и *коммунальные очистные сооружения*, со стоками которых в воду попадают органические соединения в растворенном или взвешенном виде. Множество отходов (биологический ил, соединения хлора, азота, тяжелые металлы) остаются на конечных стадиях очистки воды. В ряде населенных пунктов очистные сооружения функционально устаревшие и изношенные, имеющие низкую эффективность очистки.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности. В Сыктывкаре в стоках варочных цехов ЦБК содержатся лигносульфонаты и остаточные химикаты. При отбеливании целлюлозы в реку сбрасываются хлорорганические соединения и трудноокисляемые растворимые соединения лигнина.

Горнодобывающая промышленность – источник шахтных вод, для которых характерно высокое содержание взвешенных веществ, железа, повышенная кислотность.

Влияние нефтяной отрасли. Изношенность трубопроводов и аварии при транспортировке нефти приводят к неоднократным нефтяным разливам и загрязнениям водотоков, расположенных на пути магистральных нефтепроводов, особенно на севере РК (рр. Колва, Уса, Печора), данные о которых скрывались и не были представлены в полном объеме в государственных докладах о состоянии окружающей среды Республики Коми.

Сбросы сточных вод Республики Коми. Основными предприятиями, сбрасывающими загрязненные сточные воды, являются предприятия теплоэлектроэнергетики, газовой, нефтяной, деревообрабатывающей и угольной промышленности, а также практически все предприятия, осуществляющие забор, очистку и распределение воды.

На основе представленных данных предприятиями-водопользователями создается статистика по сбросам сточных вод. При сравнении 2020-го и 2021-го годов (рис. 1 а и б) отмечено, что увеличился сброс загрязненной воды без очистки за счет предприятий угледобывающей отрасли по причине расширения площади разработок. В следующем 2022 году (рис. 1 *в*) практически нет изменений, так же треть всех сбрасываемых вод относятся к категории загрязненных без очистки.

Оценка состояния поверхностных вод. Мониторинга качества поверхностных вод в 2021-2023 гг. проводился в бассейнах рек Печора, Вычегда, Мезень и Луза.

Анализ данных осуществлялся с использованием комплексных оценок удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) в зависимости от количества критических показателей загрязнённости. УКИЗВ имеет пять следующих классов:

- 1-й класс – условно чистая;
- 2-й класс – слабо загрязненная;
- 3-й класс – разряд «а» – загрязненная, разряд «б» – очень загрязненная;
- 4-й класс – разряд «а», «б» – грязная; «в», «г» – очень грязная;
- 5-й класс – экстремально грязная [4].

Характеристика состояния поверхностных вод за 2021-2023 гг.

1. Бассейн р. Луза. Содержание соединений алюминия в реке Луза характеризуется как ***высокое*** загрязнение поверхностных вод (колеблющееся до 13 ПДК) [4]. Помимо ХПК, алюминия, железа, меди, к загрязнителям добавились цинк и никель [3].

2. Бассейн р. Вычегда. Основные загрязняющие вещества – ХПК, соединения меди, железа (2-3 ПДК) и марганца (3-4 ПДК) (рис. 2, а), случаются единичные превышения цинка и никеля, легкоокисляемых органических веществ.

3. Бассейн р. Мезень. Содержание соединений алюминия в р. Мезень в среднем составляет 2 ПДК, максимально достигало уровня 10 ПДК, что соответствует уровню ***высокого*** загрязнения поверхностных вод. Другие реки бассейна содержат превышения по БПК5 и ХПК, характерна ***высокая*** загрязненность воды соединениями железа (2-6 ПДК), марганца (до 6 ПДК), ***устойчивая*** загрязненность воды соединениями меди (3 ПДК) [3].

4. Бассейн р. Печора. Ухудшилось качество воды р. Воркуты за счет роста содержания соединений никеля. Характерным загрязняющим веществом по всему течению реки Печоры оставались соединения железа – превышения от 2-3 до 14 ПДК (рис. 2, б), меди и алюминия (2-3 ПДК), марганца (от 2-4 до 8-9 ПДК в среднем). В р. Колве отмечено 4 случая ***экстремально высокого загрязнения*** воды соединениями марганца **(78 ПДК)** [4].

По показателям качества воды были составлены графики в следующих городах республики: Сыктывкар, Печора, Сосногорск, Ухта (рис. 2).

В Сыктывкаре показатели по течению выше и ниже города в среднем одинаковы (рис. 2, а). В бассейне р. Вычегды наблюдался высокий уровень загрязнения метанолом и превышения по нефтепродуктам. В течение ниже города качество воды хуже по причине деятельности предприятий по производству бумаги и обработки древесины, а именно их стоки обуславливают постоянно высокое содержание лигносульфонатов, метанола.

В Печоре в створе ниже города более высокое загрязнение металлами, чем в створе выше (рис. 2, б). А также ниже г. Печоры регистрировались единичные случаи превышений ПДК по никелю, фенолам и нефтепродуктам.

Похожая ситуация в Сосногорске с высоким фоновым уровнем концентраций марганца и железа (рис. 2, г). Такая же картина в Ухте, характерно естественное повышенное содержание меди и железа (рис. 2, в).

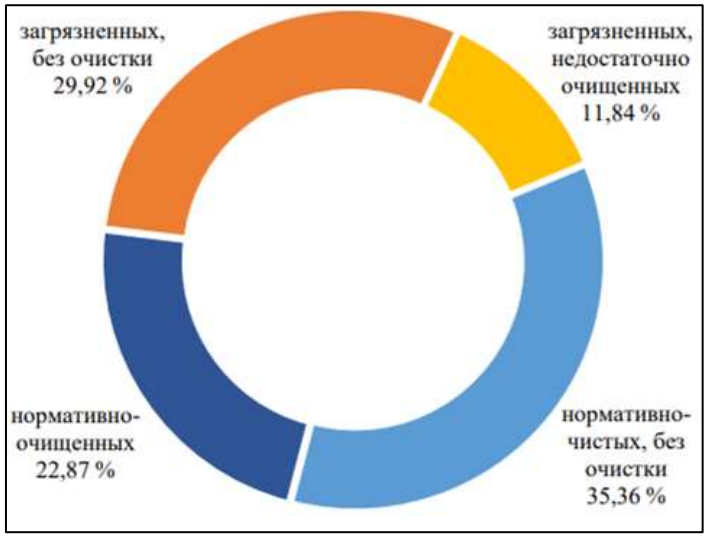
Во всех бассейнах рек загрязняющими веществами являются ХПК (рис. 2), медь, отмечается высокое загрязнение алюминием, железом (от 2-3 до максимальных 14 ПДК), марганцем, встречаются единичные превышения по цинку и никелю, БПК5. Сменяемость разряда оценки качества воды в реках обусловлена изменением содержания этих шести показателей за данный период.

Причина повышенных, загрязняющих поверхностные воды, концентраций железа и марганца, алюминия, меди имеет естественное происхождение. Территория Республики Коми входит в провинции железо- и марганецсодержащих поверхностных и подземных вод гумидной зоны. Здесь высокий уровень фонового загрязнения веществами связан с особенностями географического положения (таблица) и геохимической обстановки территории (наличия разновозрастных пород на водосборных площадях и водовмещающие толщи содержащих железо и марганец, и др.) [5]. Естественный фон является причиной большинства превышений, за исключением нефтепродуктов, лигносульфонатов, попадающих в воду с производств или при транспортировке нефти.

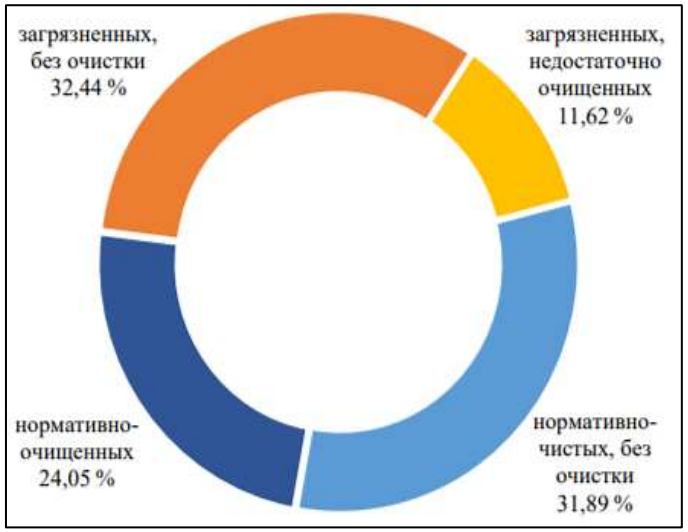
Другая причина низкого качества питьевой воды – изношенность водопроводных труб, по которым ее получают потребители. Проанализировав результаты мониторинга за несколько лет, было отмечено, что именно в тех районах, где самое значительное нефтяное загрязнение, жесткий контроль содержания нефтепродуктов не проводится. Данные преуменьшают или не публикуются вовсе.

Таблица – Физико-географическая зональность природных вод

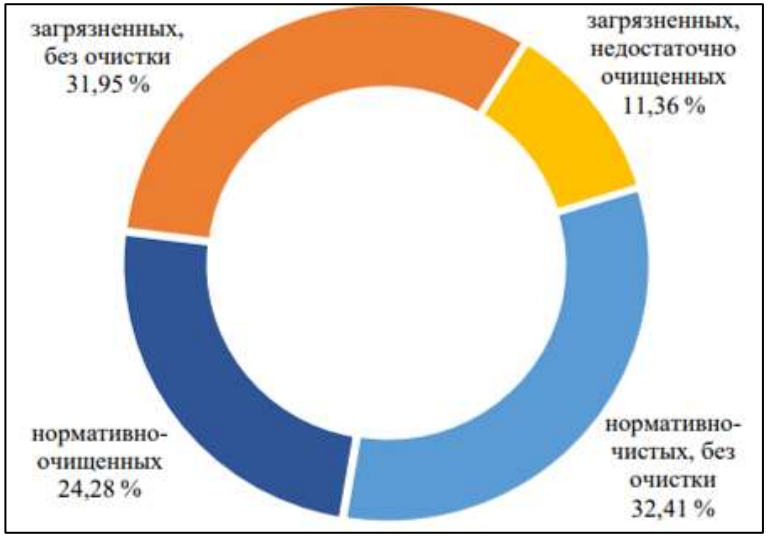
Окисляемость	**мг О/дм^3**	**Зона**
Очень малая	0–2	Высокогорье
Малая	2–5	Горные районы
Средняя	5–10	Зоны широколиственных лесов, степи, полупустыни и пустыни, а также тундра
Повышенная	***15–20***	***Северная и южная тайга***



а



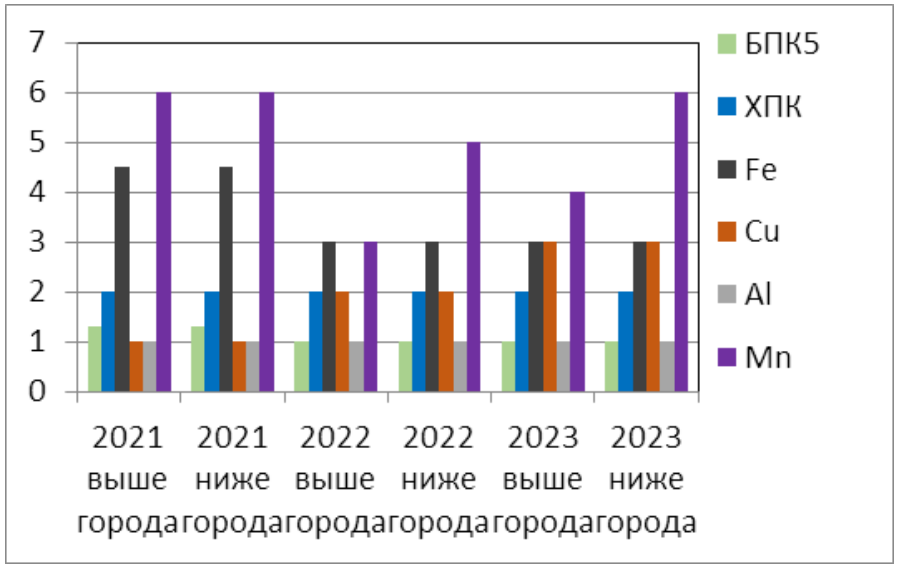
б



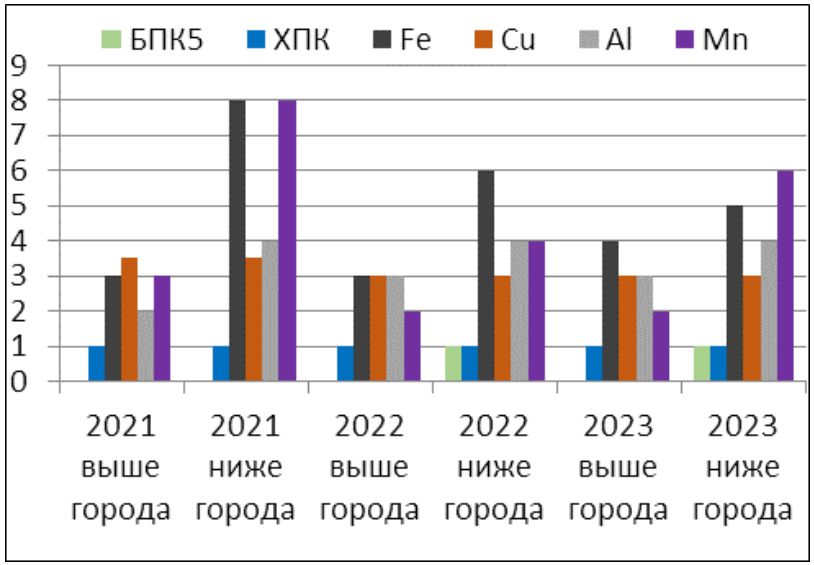
в

а – 2020 г.[1], б – 2021 г.[2], в – 2022 г.[3]

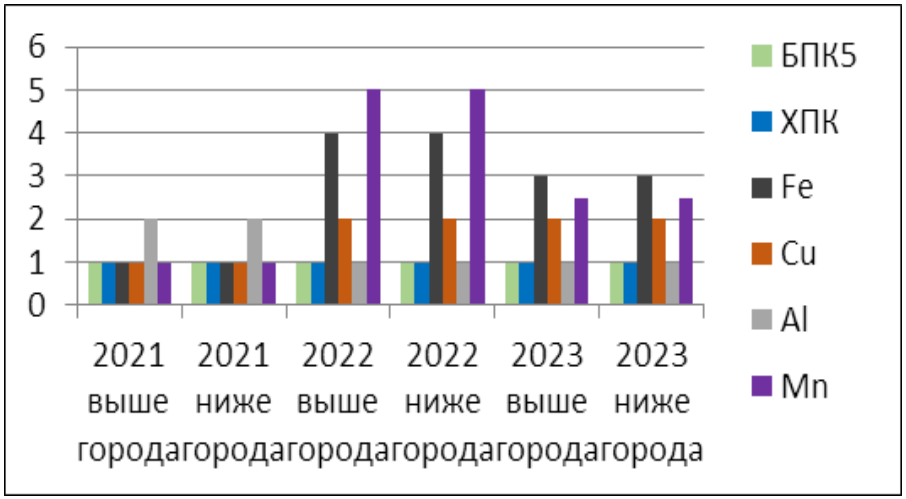
Рисунок 1 – Водоотведение по категориям



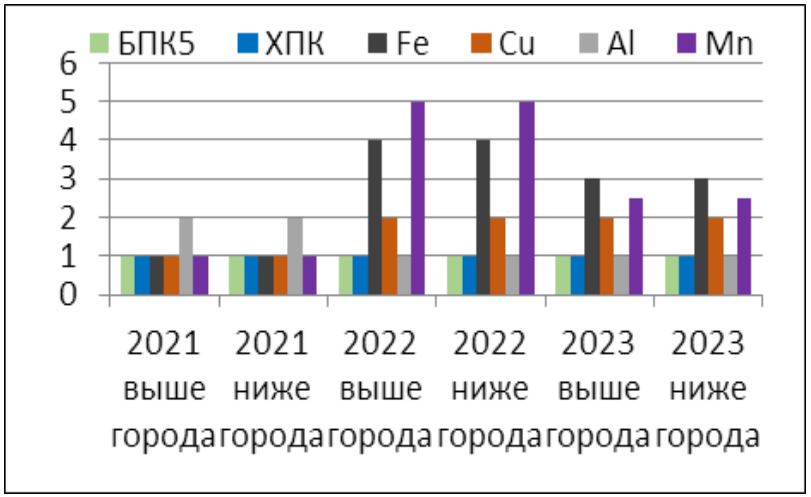
а



б



в



г

а – г. Сыктывкар (рр. Вычегда и Сысола), б – г. Печора (р. Печора), в) в – г. Ухта (р. Ухта), г – г. Сосногорск (р. Ижма)

Рисунок 2 – Показатели качества воды в городах Коми

В целом, качество поверхностных вод ухудшилось за последние годы. В большем числе пунктов контроля качество воды оценивалось 3-им классом разряда «а» (загрязненная), а также оставалось примерно такое же количество речных створов, качество воды в которых оценивалось 3-им классом разрядом «б» (очень загрязненные). Переходы разрядов ежегодно происходят в рамках 3-его класса, кроме северных рек Большая Инта (ниже города Инта) и Воркута, которые характеризуются как «слабо загрязненные» и рек Уса, Колва, Печора, которые значительно загрязнены. Помимо этого, на ухудшении динамики влияет увеличивающаяся доля перехода разряда воды этих створов в 4-ий класс разряда «а» (грязные) и уменьшение рек с классом качества воды 2 (слабо загрязненные).

Таким образом, население Республики Коми не обеспечено питьевой водой надлежащего качества вследствие неудовлетворительного состояния как источников воды (поверхностной и подземной), так и систем централизованного водоснабжения. На качество воды в реках республики влияет повсеместное повышенное содержание соединений железа, меди, марганца, трудноокисляемых органических веществ (ХПК), фенолов, которое в большей степени обусловлено естественным повышенным фоном, что подтверждается результатами мониторинга в течение продолжительного периода времени. Исключением является антропогенное загрязнение нефтепродуктами, однако данные о нефтяном загрязнении водных объектов в Усинском районе в Госдокладах отсутствуют.

Во многом проблемы возникают из-за недостатка финансовых средств, выделяемых на реализацию природоохранных мероприятий. В этих условиях особую актуальность представляет создание в республике бюджетных экологических фондов для реализации комплекса необходимых природоохранных программ.

Библиографический список:

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2020 году. URL: https://mpr.rkomi.ru/uploads/documents/gosdoklad_2020_elektronnaya_versiya_v2_2021-06-22_08-45-11.pdf (дата обращения: 27.11.2024).
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2021 году. URL: https://mpr.rkomi.ru/uploads/documents/gosdoklad_2021_elektronnaya_versiya_2022-06-20_15-56-35.pdf (дата обращения: 27.11.2024).
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2022 году. URL: https://mpr.rkomi.ru/uploads/documents/gosdoklad_2022_elektronnaya_versiya_2023-06-28_15-40-28.pdf (дата обращения: 27.11.2024).
4. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2023 году URL: https://mpr.rkomi.ru/uploads/documents/doklad_2023_2024-06-28_11-57-49.pdf (дата обращения: 27.11.2024).
5. Митюшева, Т. П. Особенности микрокомпонентного состава пресных вод Республики Коми // Т. П. Митюшева / Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – Вып. 1. – С. 2.

УДК 638.35

Проблемы в работе биологических очистных сооружений

Новокрещенова И. Р.
Научный руководитель – Мачулина Н. Ю.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Биологические очистные сооружения (БОС) играют важную роль в защите окружающей среды, обеспечивая очистку сточных вод от органических загрязнений и других вредных веществ. Однако эффективность работы БОС существенно зависит от множества факторов, как внутренних, так и внешних. Не учёт этих факторов при проектировании, строительстве и эксплуатации БОС может привести к снижению эффективности очистки, нарушению стабильности работы системы и ухудшению качества очищенной воды [1].

Биологические очистные сооружения (БОС) – это сложные инженерные системы, предназначенные для очистки сточных вод от органических загрязнений с помощью жизнедеятельности микроорганизмов. Их работа основана на принципах биологического разложения органических веществ, которые преобразуются микроорганизмами в более простые, безвредные соединения (CO_2, H_2O и минеральные соли). Процесс очистки проходит в несколько этапов, каждый из которых характеризуется специфическими условиями и функциями микробиоты. На рисунке представлена типовая схема биологической очистки сточных вод.

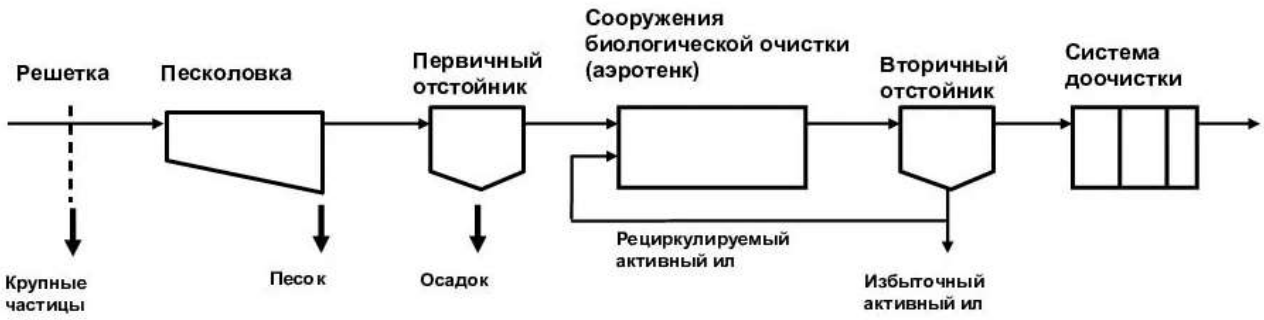


Рисунок – Схема биологической очистки сточных вод с аэротенком

Для эффективного функционирования БОС необходимо обеспечить оптимальные **физико-химические условия** для роста и размножения микроорганизмов:

• обеспечение достаточного количества кислорода (достигается путем аэрации – насыщения сточной воды воздухом с помощью компрессоров или аэраторов);

• поддержание оптимальной температуры (большинство микроорганизмов наиболее активно функционируют при температуре от 15 до 30 °C, в условиях низких температур скорость биологического окисления снижается);

• поддержание оптимального pH в диапазоне от 6,5 до 8,5;

• обеспечение необходимых питательных веществ (микроорганизмы нуждаются не только в органических веществах, но и в некоторых минеральных веществах (N, P) для своего роста и размножения, дефицит этих веществ может снизить эффективность очистки);

• контроль токсичных веществ (наличие в сточных водах токсичных веществ (тяжелые металлы, пестициды) может ингибировать жизнедеятельность микроорганизмов и снижать эффективность очистки).

В БОС образуется активный ил – это скопление микроорганизмов, прикрепленных к твердым частицам и суспендированных в воде. Активный ил является основным рабочим организмом БОС, обеспечивая интенсивное разложение органических веществ. Его состав и структура зависит от состава сточных вод и условий культивирования [2].

Часть активного ила после очистки сточных вод возвращается в начало процесса (рециркуляция). Это обеспечивает поддержание высокой концентрации микроорганизмов в системе и повышает эффективность очистки.

После биологического окисления сточная вода поступает в отстойники, где активный ил отделяется от очищенной воды путем гравитационного осаждения. Осажденный ил частично выводится из системы, а остальная его часть возвращается в реактор для рециркуляции [1].

В зависимости от требуемого качества очищенной воды, после биологической очистки могут применяться дополнительные методы очистки, такие как хлорирование, ультрафиолетовое обеззараживание или мембранная фильтрация [3].

В целом, эффективная работа БОС зависит от сложного взаимодействия различных факторов и требует постоянного мониторинга и контроля всех параметров процесса.

Микробиологические факторы. Процесс биологической очистки происходит в управляемой экосистеме, где разнообразные микроорганизмы выполняют ключевую роль в разложении органических загрязнителей. Микроорганизмы в искусственных очистных сооружениях находятся:

1) в свободном состоянии – в аэротенке,

2) в иммобилизованном (прикрепленном) состоянии – в биофильтре.

В биоплёнке активного ила, являющегося основным рабочим инструментом биологической очистки, обитает огромное количество разнообразных микроорганизмов: бактерий; грибов; простейших; водорослей [3].

Для эффективной работы БОС необходим постоянный мониторинг микробиологического состояния активного ила:

• микроскопический анализ – определение видового состава и структуры биоплёнки;

• определение активности микроорганизмов – оценка скорости разложения органических веществ;

• анализ биохимических показателей – определение концентрации различных веществ (аммиака, нитритов, нитратов) в сточных водах для оценки эффективности очистки.

Понимание микробиологических аспектов биологической очистки позволяет оптимизировать технологические процессы, обеспечить эффективное удаление загрязнений и предотвратить возникновение нежелательных процессов (например, образование неприятных запахов или сброс токсичных веществ). Поэтому микробиологические исследования играют ключевую роль в работе современных биологических очистных сооружений [3].

Гидродинамические факторы играют критическую роль в эффективности биологических очистных сооружений (БОС). Они определяют перемешивание сточных вод, распределение кислорода, контакт сточных вод с биоплёнкой и, в конечном итоге, эффективность биологического разложения загрязняющих веществ. Неправильно спроектированные или эксплуатируемые системы могут привести к образованию зон со слабым перемешиванием, недостатком кислорода или неравномерному распределению биомассы, что снизит качество очистки [1].

Скорость потока сточных вод через реакторы БОС является одним из ключевых параметров. Слишком низкая скорость может приводить к образованию зон со слабым перемешиванием и, следовательно, к недостаточному доступу кислорода к биоплёнке, а также к накоплению осадка и образованию анаэробных зон. Слишком высокая скорость, наоборот, может вымывать активный ил из реактора, снижая эффективность биологического окисления. [1].

Хорошее перемешивание сточных вод обеспечивает равномерное распределение кислорода, питательных веществ и биомассы по всему объёму реактора. Это способствует равномерному разложению органических веществ и предотвращает образование зон с повышенной концентрацией загрязняющих веществ. Перемешивание может осуществляться механическими мешалками, пневматической аэрацией (пузырьки воздуха перемешивают воду) или за счёт специальной конструкции реактора.

Гидравлический режим – это совокупность параметров, описывающих движение сточных вод в БОС: скорость, направление, турбулентность потока. Равномерный гидравлический режим способствует эффективной работе БОС, тогда как неравномерный может привести к образованию «мёртвых зон» – участков с минимальным перемешиванием и кислородным голоданием [1].

Кислород необходим для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, которые являются основными исполнителями процесса очистки. Поэтому равномерное распределение кислорода по всему объёму реактора критически важно. Недостаток кислорода в некоторых зонах приводит к снижению скорости биологического окисления и может даже привести к развитию анаэробных процессов с образованием неприятных запахов и токсичных соединений.

Для обеспечения эффективного контакта сточных вод с биоплёнкой необходим определённый уровень турбулентности. Турбулентность способствует перемешиванию воды и распределению загрязняющих веществ к микроорганизмам. Однако чрезмерная турбулентность может вымывать активный ил из реактора [2].

Гидравлическая загрузка – это объём сточных вод, проходящих через реактор в единицу времени. Правильный выбор гидравлической загрузки необходим для обеспечения оптимального времени контакта сточных вод с активным илом. Слишком высокая гидравлическая загрузка может привести к недостаточному времени контакта и неполной очистке, а слишком низкая – к избыточному накоплению органических веществ в реакторе.

Форма и размеры реактора существенно влияют на гидродинамический режим. Неправильно спроектированный реактор может привести к образованию «мёртвых зон» и неравномерному распределению кислорода и биомассы.

Качество поступающих сточных вод оказывает существенное влияние на эффективность работы биологических очистных сооружений (БОС) и их долговечность. Состав и концентрация загрязнителей напрямую определяют нагрузку на микроорганизмы, отвечающие за очистку, и требуют соответствующей адаптации технологического процесса. Изменение качества сточных вод может приводить к различным проблемам, снижая эффективность очистки и создавая угрозу для окружающей среды [4]. Высокая концентрация органических соединений увеличивает нагрузку на микроорганизмы, что может привести к:

• замедлению скорости биологического окисления – микроорганизмы не успевают перерабатывать поступающие органические вещества, что снижает эффективность очистки и может привести к накоплению осадка в реакторе.

• дефициту кислорода – интенсивное разложение органических веществ потребляет большое количество кислорода, что может вызвать кислородное голодание в некоторых зонах реактора и развитие анаэробных процессов с образованием неприятных запахов и токсичных соединений (сероводород, метан).

• изменению состава активного ила из-за изменения состава органических веществ, что может снизить эффективность очистки.

Азот и фосфор необходимы для роста микроорганизмов, их избыток может привести к эвтрофикации водоемов. Поэтому БОС часто дополняются процессами удаления азота и фосфора (например, нитрификация-денитрификация).

Высокая концентрация солей может негативно влиять на жизнедеятельность микроорганизмов, изменяя осмотическое давление и ионный баланс в клетках.

Температура сточных вод влияет на скорость биохимических процессов: низкая – снижает активность микроорганизмов и замедляет разложение органических веществ, высокая – может вызвать гибель микроорганизмов.

Значительные отклонения от оптимального значения pH (обычно 6,5-8,5) могут снизить эффективность очистки.

Высокая концентрация взвешенных веществ в сточных водах может перегрузить отстойники и затруднить отделение активного ила от очищенной воды. Это может привести к ухудшению качества очистки и загрязнению водоемов.

Жиры и масла могут образовывать плёнки на поверхности воды, затрудняя доступ кислорода. Они также могут накапливаться в отстойниках, создавая проблемы в их работе.

Наличие в сточных водах тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и других токсичных веществ может ингибировать активность микроорганизмов, снижать эффективность очистки и приводить к серьезным экологическим последствиям. Даже низкие концентрации некоторых токсикантов могут ингибировать активность микроорганизмов, нарушая баланс экосистемы и снижая её способность к саморегуляции [5]. Токсичные вещества воздействуют на микроорганизмы активного ила различными способами: ингибирование ферментов; повреждение клеточных мембран; нарушение синтеза белка; окислительный стресс; изменение структуры биоплёнки.

Влияние токсичных веществ на биоценоз активного ила проявляется в:

• снижении эффективности очистки (уменьшение скорости разложения органических веществ и снижение качества очищенной воды);

• изменении состава микробиоты (селективное подавление некоторых видов микроорганизмов и развитие устойчивых к токсикантам штаммов);

• ухудшении седиментации активного ила (изменение структуры биоплёнки может приводить к ухудшению осаждения активного ила и потере биомассы)

• образовании неприятных запахов (развитие анаэробных процессов в результате ингибирования активности аэробных микроорганизмов) [5].

Меры по снижению негативного влияния

Для минимизации негативного влияния токсичных веществ на биоценоз активного ила необходимы:

• предварительная очистка сточных вод (удаление токсичных веществ до поступления сточных вод на БОС);

• контроль качества сточных вод (регулярный мониторинг содержания токсичных веществ в поступающих сточных водах);

• использование биологических методов детоксикации (использование микроорганизмов, способных разлагать или иммобилизовать токсичные вещества);

• селекция устойчивых штаммов (разработка и использование штаммов микроорганизмов, устойчивых к конкретным токсичным веществам).

Эффективное управление влиянием токсичных веществ на биоценоз активного ила является одной из важнейших задач обеспечения стабильной и эффективной работы БОС и защиты окружающей среды от загрязнения [5].

Таким образом, эффективная работа БОС зависит от множества взаимосвязанных факторов. Для обеспечения высокого качества очистки сточных вод необходимо тщательно контролировать эти факторы и применять современные технологии и методы оптимизации. Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на разработку более совершенных моделей работы БОС, учёт влияния всех факторов и создание адаптивных систем управления, способных автоматически регулировать работу БОС в изменяющихся условиях. Это позволит повысить эффективность работы БОС, снизить их воздействие на окружающую среду и обеспечить высокое качество очищенной воды.

Библиографический список:

1. Курганов, А. М. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров. – Л. : Стройиздат, 1973. – 407 с. – Текст непосредственный.

2. Ласков, Ю. М. Примеры расчетов канализационных сооружений : Учеб. пособие для вузов / Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1987. – 255 с. – Текст непосредственный.

3. Лихачев, Н. И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин; Под ред. В. Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. – 639 с. – Текст непосредственный.

4. Пааль, Л. Л. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л. Л. Пааль, Я. Я. Кару, Х. А. Мельдер. – М. : Высш. шк., 1994. – 336 с. – Текст непосредственный.

5. Шевелев, Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : Справ. Пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1995. – 176 с. – Текст непосредственный.

УДК 711.4

Градостроительная оценка городских территорий (на примере МО Ухта»)

Батырев Д. И.

Научный руководитель – Пильник Ю. Н.

Ухтинский Государственный Технический Университет, г. Ухта, Россия

Целью проведения градостроительной оценки является определение приоритетов и ограничений дальнейшего градостроительного развития территории города, а также определение правового режима использования земельных участков в пределах выделенных зон.

Градостроительная оценка — это комплексная, многофакторная оценка оптимального функционирования города, результатом которой становится:

- зонирование территории по ее градостроительной ценности.

- совершенствование сложившейся системы градостроительного использования территории города.

- разработка градостроительного видения на развитие незастроенных территорий.

Таким образом, градостроительная оценка призвана выявить характер градоформирующих, градообразующих и градообслуживающих условий, определить перспективы градостроительного развития территории города с учетом целого ряда факторов экологического, социального, экономического, архитектурно-эстетического и ландшафтного содержания, которые и составляют комплексную оценку. Именно учет всей совокупности этих факторов позволяет осуществить комплексный анализ современного использования городских территорий. Поэтому с уверенностью можно сказать, что комплексная оценка есть результат многофакторного градостроительного анализа функционирования и развития территории города. Результатом градостроительной оценки территории является зонирование по её градостроительной ценности и формирование генерального плана города.

Генеральный план (генплан, ГП) в общем смысле — проектный документ, на основании которого осуществляется планировка, застройка, реконструкция и иные виды градостроительного освоения территорий.

Целью разработки Генерального плана является формирование долгосрочной стратегии градостроительного развития, обеспечивающей устойчивое социально-экономическое, пространственное и инфраструктурное развитие территории [1].

Основные задачи:

– установление границ населенных пунктов, входящих в состав муниципального образования;

– функциональное зонирование территории;

– отображение зон планируемого размещения объектов местного значения на территории городского округа;

– обеспечение более высокого социального потребления, включающего комфортное жилье, качественные услуги транспорта, связи, в социально-культурной сфере.

Функциональные зоны в генеральном плане — это зоны, для которых документами территориального планирования (в том числе генеральными планами городских округов, городских и сельских поселений) определены границы и функциональное назначение [1].

На примере рассмотрим некоторые виды функциональных зон, включенные в Генеральном плане:

- Жилые зоны.
- Общественно-деловые зоны.
- Производственные зоны.
- Зоны инженерной и транспортной инфраструктуры.
- Зоны сельскохозяйственного использования.

Методика определения последовательности освоения территории города Ухта должна основываться на комплексном анализе различных факторов, включая социальные, экономические, экологические и инфраструктурные аспекты. Вот основные шаги для разработки такой методики:

1. Анализ текущего состояния территории:

- Географические и климатические условия: изучение особенностей местоположения, рельефа и климата.
- Существующая инфраструктура: оценка состояния дорог, общественного транспорта, коммунальных услуг и социальной инфраструктуры (школы, больницы и т.д.).
- Экологическая ситуация: анализ уровня загрязнения, состояния природных ресурсов и существующих зеленых зон.

2. Определение приоритетных направлений:

- Социальные потребности: оценка потребностей населения в жилье, социальных услугах и общественных пространствах.
- Экономические возможности: анализ экономической ситуации, наличия рабочих мест и потенциала для бизнеса.
- Экологические ограничения: выявление зон с высокими экологическими рисками, где освоение должно быть ограничено или отложено.

3. Разработка критериев для приоритизации:

- Социальные критерии: уровень нуждаемости населения, доступность социальных услуг.

- Экономические критерии: потенциал для создания рабочих мест и привлечения инвестиций.

- Экологические критерии: уровень воздействия на окружающую среду и необходимость охраны природных ресурсов.

4. Создание карты освоения территории:

- Зонирование: определение функциональных зон (жилые, коммерческие, промышленные, рекреационные).

- Стадии освоения: разделение территории на этапы освоения с учетом приоритетов и доступных ресурсов.

5. Разработка плана реализации:

- Сроки и этапы: определение сроков для каждой стадии освоения, включая краткосрочные и долгосрочные проекты.

- Финансирование: определение источников финансирования (бюджетные средства, частные инвестиции, гранты).

- Ответственные лица: назначение ответственных за реализацию каждого этапа.

6. Мониторинг и корректировка:

- Оценка результатов: регулярный мониторинг выполнения плана освоения, анализ достигнутых результатов и выявление проблем.

- Корректировка стратегии: внесение изменений в план освоения на основе анализа и отзывов граждан [2].

Применение описанной методики позволило определить наиболее вероятную последовательность освоения территории города Ухта по периодам времени, соответствующим этапам реализации генерального плана. Последовательность территории градостроительных преобразований (ТГП) была разделена на несколько этапов инвестиционного освоения в рамках расчетного срока генерального плана.

Прогноз наиболее вероятной последовательности инвестиционного освоения территории города Ухты выполнялся в несколько шагов:

Шаг 1. Прогноз освоения частными инвесторами территорий градостроительных преобразований типа 1.

Тип 1 – ТГП, на которых предполагается новое строительство жилья и/или объектов коммерческого использования. В реализации инвестиционных проектов на таких территориях градостроительного преобразования могут быть заинтересованы частные инвесторы.

В целях определения наиболее вероятной последовательности инвестиционного освоения территории муниципального образования, а также оптимальной последовательности осуществления мероприятий по реализации генерального плана были выделены территории градостроительных преобразований (ТГП).

Каждая из ТГП представляет собой часть территории города, на которой в соответствии с решениями генерального плана предполагается строительство, реконструкция и/или ликвидация (снос) объектов капитального строительства, благоустройство территории, создание площадных и иных объектов, имеющих большое значение для устойчивого развития муниципального образования в долгосрочной перспективе.

Таким образом, все ТГП были упорядочены по убыванию расчетного показателя потенциальной рентабельности инвестиционного освоения [2]

Затем полученная последовательность ТГП была разделена на несколько этапов инвестиционного освоения в рамках расчетного срока генерального плана, представленных на рисунке 1.

Этапы инвестиционного освоения:

- 1 этап: до 2018 гг.;
- 2 этап: 2019 – 2023 гг.;
- 3 этап: 2024 – 2028 гг.;
- 4 этап: 2029 – 2033 гг.

Шаг 2. Прогноз освоения территорий градостроительных преобразований типа 2.

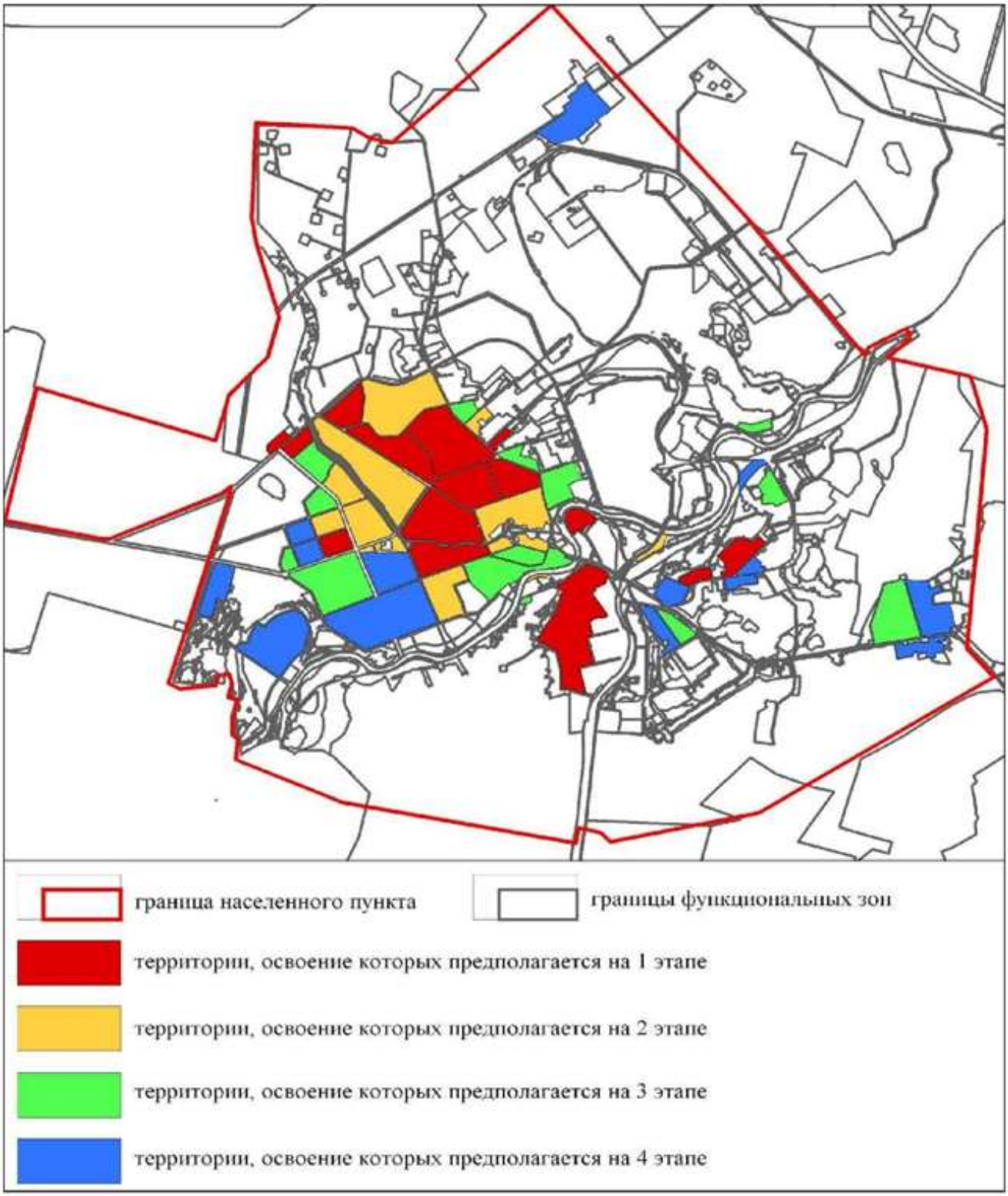


Рисунок 1 - Результаты оценки экономической эффективности решений Генерального плана и определения последовательности освоения территории

Тип 2 – ТГП, на которых не предполагается нового строительства жилья и/или объектов коммерческого использования. Проекты, реализуемые на таких территориях (или для обеспечения развития таких территорий) являются неэффективными с точки

На данном шаге определяется наиболее целесообразная последовательность освоения территорий градостроительных преобразований. Данная последовательность была определена с учетом последовательности, установленной на шаге 1. При этом учитывался критерий равномерного распределения расходов местного бюджета во времени.

Шаг 3. Экспертная интерпретация полученных результатов и корректировка модели

В целях обеспечения наибольшей реалистичности экономических процессов, заложенных в модели, отдельные ее элементы были скорректированы с учетом предложений специально созданной экспертной рабочей группы. В частности, полученная последовательность освоения ТГП была скорректирована путем выделения из общей совокупности тех, освоение которых заложено существующими документами социально экономического планирования, несмотря на большие «стартовые» затраты на развитие инженерной и транспортной инфраструктур.

Для каждого из мероприятий по реализации генерального плана были установлены сроки их реализации на основе полученной последовательности освоения территорий градостроительных преобразований.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что методика определения последовательности освоения территории города Ухта должна быть динамичной и адаптивной, учитывая изменения в потребностях населения и экономической ситуации. Важно вовлекать граждан в процесс планирования, чтобы обеспечить прозрачность и учет мнения жителей [2].

Вывод: основа Генерального плана МО Ухта показывает, что успешное градостроительное развитие зависит от комплексного подхода, учитывающего потребности населения, экономические реалии и экологические ограничения. Важно, чтобы Генеральный план стал живым документом, который будет регулярно обновляться и адаптироваться к изменяющимся условиям.

Библиографический список:

1. Градостроительный Кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 190–ФЗ от 29.12.2004 (ред. от 01.03.2025) // СПС Консультант Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/ (дата обращения 25.03.2025).

2 Администрация муниципального округа «Ухта»: официальный сайт. – Решение Совета МОГО «Ухта» от 04.09.2013 № 226 «Об утверждении генерального плана муниципального образования городского округа «Ухта», URL: https://mouhta.ru/directions/grad/genplan/ (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 331.087

Территориальный анализ готовности административных органов к НОЯ геолого-геоморфологического генезиса

Нурлан кызы А.
Научный руководитель - Осадчая Г. Г.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

В современном мире, характеризующемся увеличением интенсивности антропогенной деятельности, возрастает риск возникновения неблагоприятных и опасных явлений (НОЯ) различного масштаба. Часть из них имеют геолого-геоморфологический генезис. Как правило в результате них наступают значимые последствия для социально-экономической жизни общества. В Киргизской Республике (КР) к таким НОЯ можно отнести оползни, сели, лавины, обвалы, осыпи, подтопления, землетрясения, чьё возникновение связанно с особенностями рельефа, геологическим строением и гидрометеорологическими особенностями территорий республики, др. Эти НОЯ, нередко носящие катастрофический характер, наносят значительный материальный ущерб, приводят к гибели людей и разрушению инфраструктуры.

Из-за высокой вероятности возникновения подобных НОЯ в КР актуальной является проблема готовности к ним общества, что в реальной жизни находит проявление через деятельность в данном направлении органов управления различного уровня, начиная от административного аппарата Республики, заканчивая районной администрацией. В свою очередь, в качестве информационного базиса для принятия управленческих решений выступают научные, в том числе мониторинговые исследования, объем и тематика которых в значительной степени определяется органами управления республиканского уровня.

Территория Кыргызской Республики характеризуется высокой сейсмичностью, сложностью геологического строения, большой расчлененностью рельефа с чередованием горных хребтов и впадин. Опасные природные процессы и явления широко развиты и часто приводят к чрезвычайным ситуациям. Только в 2023 году зарегистрировано 34 чрезвычайных ситуаций.

Из всех ЧС природного характера выделяются НОЯ именно геолого-геоморфологического, реже смешанного генезиса: землетрясения, оползни, снежные лавины и сели, о чем свидетельствует республиканская статистика по ЧС.

Таким образом, перед государством стоит задача изучать и уметь прогнозировать НОЯ, разработать систему защиты от них.

Цель данного исследования: провести территориальный анализ готовности административных органов КР к НОЯ геолого-геоморфологического генезиса.

Задачи:

- оценка природных факторов, влияющих на возникновение НОЯ геолого-геоморфологического генезиса;
- изучение подверженности территорий КР НОЯ геолого-геоморфологического генезиса (в том числе с точки зрения наличия соответствующих научных и мониторинговых исследований);
- разработка подхода к оценке готовности органов управления разного уровня к реагированию на неблагоприятные опасные явления с учетом специфики климатических и геолого-геоморфологических условий конкретных регионов КР;
- определение уровня готовности административных органов к реагированию на неблагоприятные опасные явления с использованием предложенного подхода.

В целом оценка готовности административных органов к НОЯ геолого-геоморфологического генезиса включает в себя несколько основных блоков:

- систему научных исследований распространения и характеристик НОЯ
- систему мониторинговых наблюдений и прогноза НОЯ
- систему превентивного предотвращения НОЯ и комплекс защитных средств от них
- организацию оперативного управления и координация действий органов МЧС, организация и обеспечение оповещения и оперативного информирования о ЧС (таблица).

Для решения двух первых задач были привлечена информация, имеющаяся в свободном доступе и предоставленная учреждениями, осуществляющими мониторинг состояния окружающей среды и научные исследования. Это Институты системы академии наук, гидрометцентр, противолавинная служба и сооружения защиты от селей, Министерства и ведомства. Их перечень с указанием основных функций и объектов изучения представлен в таблице.

С учетом возможных тяжелых последствий НОЯ, необходимо было создать орган своевременного реагирования на эти угрозы. Это послужили предпосылкой для создания в рамках МЧС Единой информационно- управляющей системы в кризисных ситуациях Кыргызской Республики (ЕИУС КР).

В процессе работы было научно обосновано, что ЕИУС КР первого этапа должна объединить в едином информационном пространстве три основные компоненты: Центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), систему-112 и общегосударственную комплексную систему оповещения населения (ОКСИОН).

Задачи, которые должны быть решены при создании информационно-управляющих систем:

- автоматизация деятельности органов управления, участвующих в обеспечении безопасности жизнедеятельности населения и защиты территории страны от ЧС;
- повышение оперативности, надежности, обоснованности и качества принятия управленческих решений по вопросам защиты населения и территорий на основе мониторинга риска возникновения ЧС и интеграции информационных ресурсов;
- прием вызовов по единому номеру вызова экстренных оперативных служб;
- доведение управленческих решений и сигналов оповещения до органов управления и населения о чрезвычайных и кризисных ситуациях.

«Спусковым крючком» для развития большей части НОЯ геолого-геоморфологического генезиса выступает проявление сейсмичности.

Таблица – Информационные и управленческие структуры КР в сфере обеспечения безопасности от последствий НОЯ

Институты Национальной Академии Наук Кыргызской Республики	
Институт сейсмологии	Землетрясения
Институт геомеханики и освоения недр	Оползни
Институт водных проблем и гидроэнергетики	Подтопления
Институт геологии	Оползневые процессы
Учреждения превентивного предотвращения НОЯ и комплекс защитных средств от них	
Противолавинная служба	Шесть снеголавинных станций (в составе структуры МЧС республики.
Селезащитные сооружения	125 селезащитных дамб, мостов и отводных каналов (защищено 8000 домов, 834 га сельхозугодий, 8 школ и др. социальные объекты)
Министерства и ведомства	
Гидрометеорологическая служба	Мониторинга природной среды для защиты населения от стихийных гидрометеорологических явлений, их прогнозирование (в том числе лавинной опасности, наводнений), др.
Автоматизированная информационно-управляющая система (ЦУКС при МЧС КР)	Организация оперативного управления и координация действий органов МЧС, организация и обеспечение оповещения и оперативного информирования о ЧС, др.
Департамент мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики)	Мониторинг источников чрезвычайных ситуаций (в том числе создание и развитие единого банка данных об источниках чрезвычайных ситуаций), организация информационного взаимодействия в рамках Единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, др.

По данным Института сейсмологии Национальной Академии Наук КР только с 01.01.2023 г. по 31.12.2023 г. было зарегистрировано 9419 землетрясений, произошедших на территории Кыргызстана и прилегающих областей, из которых 479 события были ощутимыми, из которых, в свою очередь, на территории Кыргызстана ощущались 92 события. Следует заметить, что в среднем в год регистрируется 9500 землетрясений, произошедших на территории Кыргызстана и прилегающих областей, то есть 2023 год характеризуется средним уровнем сейсмичности. Основное внимание сейсмологов уделеляется сейсмической опасности зоны Северного Тянь-Шаня в приграничной полосе с Республикой Казахстан и Китайской Народной Республикой.

На территории Кыргызской Республики в настоящее время насчитывается около 5000 современных оползней, которые условно делятся на 3 группы по степени опасности. Природные оползни провоцируются главным образом осадками и сейсмикой [1].

Общая площадь земель, пораженных оползневыми процессами, составляет около 7,5 % территории республики. Наибольшее количество оползней расположено в Ошской, Джалал-Абадской областях. Всего в оползнеопасных зонах расположено 600 населенных пунктов, опасность для которых будет существовать и в дальнейшем.

Практически вся территория Кыргызской Республики является селеопасной – всего насчитывается 3103 селевых рек. Набольшее их количество имеется в бассейнах р. Чу – 479, Талас-254, Нарын – 789, Кара-Дарья – 666, озеро Иссык-Куль – 375. Сели провоцируются прорывом запрудных озер в горах, которые также возникают при обилии осадков и усилении сейсмичности. Степень селевой опасности измеряется расходом их массы в $м^3$ /сек; выделяют 4 степени селевой опасности [2].

Снежные лавины относятся к особо опасным гидрометеорологическим стихийным явлениям. Лавиноопасные территории составляют 105 тысяч кв. км, что составляет 53 % от всей территории Республики, Кыргызстан. В пределах 779 районов лавинообразования выделено более 30 тысяч лавинных очагов. Однако из них лишь 1 тысяча (3 %) представляет конкретную угрозу человеку. Это говорит о том, что наши горы еще недостаточно освоены. В зависимости от снежно-метеорологических условий зимы, ежегодно в горах регистрируется от 800 до 1,5 тысяч лавин различного объема. Наиболее часто лавины на Тянь-Шане поражают автодороги в феврале и марте (63 % от общего зарегистрированного количества лавин, причинивших ущерб автотрассам) [3].

Органами управления республики под каждый вид НОЯ разрабатываются специальные мероприятия.

Так, мероприятия, выполняемые при угрозе схода снежных лавин, оползня, угрозе возникновения селей и паводков, включают в себя:

- оповещение населения электрическими сиренами и передачей информации через радиотрансляционную сеть, с использованием ведомственных средств связи и подвижных средств оповещения;
- частичное отселение и эвакуация населения из зон возможного прохождения селей, паводков, схода лавин, оползней;
- перевод учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля на усиленный режим работы;
- осуществление отгона сельскохозяйственных животных из угрожаемых районов, вывоз ценного оборудования;
- подготовка автотранспорта для эвакуации населения и вывоза материальных ценностей [4].

Во всех районах республики работает система оповещения о ЧС.

В рамках Единой системы комплексного мониторинга и прогнозирования ЧС (ЕСКМП ЧС) осуществляется гидрометеорологический мониторинг с использованием 79 станций, включая метео- и агрометеостанции, а также гидрологические посты.

Общегосударственная комплексная система информирования и оповещения населения (ОКСИОН) автоматически запускает сирены, перехватывает теле- и радиовещание для экстренных сообщений и использует мобильные приложения для оперативного уведомления граждан. В местах массового скопления людей и госучреждениях установлены системы голосового оповещения [5].

В заключение работы, посвященной исследованию готовности органов управления Кыргызской Республики к реагированию на неблагоприятные опасные явления (НОЯ) геолого-геоморфологического генезиса, подводятся итоги по выполненным задачам и формулируются основные выводы.

1. Оценка природных факторов. В ходе исследования было установлено, что на территории Кыргызстана существенное влияние на формирование НОЯ оказывают: высокая сейсмичность, резко континентальный климат с большими перепадами температур Эти факторы обуславливают широкое распространение оползней, обвалов, селей, лавин.

2. Изучение подверженности территорий. Анализ показал, что наиболее опасными являются горные районы.

3. Разработка подходов. В рамках исследования были разработаны подходы к оценке готовности, основанные на анализе: нормативно-правовой базы оснащенности спасательных служб, систем оповещения. Оценка готовности государства к НОЯ включает в себя наличие системы научных исследований распространения и характеристик НОЯ, системы

мониторинговых наблюдений и прогноза НОЯ, системы превентивного предотвращения НОЯ и комплекс защитных средств от них (развита недостаточно), организацию оперативного управления и координация действий органов МЧС, организацию и обеспечение оповещения и оперативного информирования о ЧС.

Библиографический список:

1.Тапихазер, С. А. Исследование восприимчивости территории Шемахинского района Азербайджана к оползневым процессам / С. А. Тапихазер // Геориск. – Т. XVII. – № 4. – 2023. – С. 68-79. – Текст : непосредственный.
2. Виноградов, Ю. Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки / Ю. Б. Виноградов. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1977. – 155 с. –Текст : непосредственный.
3. Кисляк, У. А. Исследование снежных лавин при помощи данных спутниковой группировки SENTINEL-1 (на примере Гиссаро-Алая) / У. А. Кисляк, Н. А. Костенков, Д. А. Петраков // Геориск. – Т. XVII. – № 3. – 2023. – С. 34-47. – Текст : непосредственный.
4. Медеу, А. Р. Гляциальная селевая опасность и селезащитные мероприятия в бассейне р. Улкен Алматы (Казахстан) / А. Р. Медеу, Н. В. Попов, Е. Н. Камалбекова, У. Р. Алдаберген // Геориск. – Т. XVII. – № 4. – 2023. – С. 10-26. – Текст : непосредственный.
5. Беккиев, М. Ю. Выявление признаков подготовки катастрофических склоновых процессов для предупреждения чрезвычайных ситуаций. Безопасность населения от быстроразвивающихся орасных природных явлений. / М. Ю. Беккиев, М. Д. Докукин, Р. Х. Калов, др. – Материалы XXV Междунар. научно-практ. конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций «Комплексная безопасность». – Москва, 2023. – С. 7-18. – Текст : непосредственный.

УДК632.9 (470.13)

Болезни и вредители растений рода Яблоня (*Malus*) на объектах озеленения города Сыктывкара

Чупрова Е. Ю.
Научный руководитель - Юркина Е. В.
Сыктывкарский лесной институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова» (СЛИ),
г. Сыктывкар, Россия

Яблоня – ведущая плодовая и декоративная культура мира. Она выращивается более чем в 80 странах мира. Многие декоративные растения присутствуют в городских садах и парках, их используют для озеленения индивидуальных участков, в полезащитном лесоразведении. Яблоня лесная в естественных условиях произрастает на северной и западной частях средней полосы России. Северная граница ареала проходит приблизительно по линии: Карельский перешеек – Вологда – Пермь. В настоящее время яблоня завоёвывает популярность на Русском Севере.

На территорию Коми АССР данные представители интродуцированны в конце 19 в. В дендрарии Коми научного центра Уральского отделения АН СССР прошли испытания десять видов и 142 сорта яблони. Для зеленого строительства рекомендованы яблоня сливолистная (китайская) и ягодная [1].

Благодаря многообразию сортов яблоню можно выращивать в различных климатических зонах. Однако, использование данных интродуцентов в озеленении северных городов осложнено экологическими условиями. Поэтому в ассортимент необходимо включать устойчивые к городским факторам, высокодекоративные виды. Среди наиболее ценных характеристик такие как эффектное цветение, красиво сформированная крона - прекрасный фон для других растений, осеннее яркое расцвечивание плодов, долговечность, органичное сочетание с городским ландшафтом, достаточная адаптированность к морозным зимам, короткому лету, неприхотливость к условиям выращивания. Вышеперечисленным требованиям соответствуют многие разновидности яблонь. Однако надо иметь ввиду, что на развитие данной

культуры в городах влияет комплекс негативных факторов. Среди главных проблем значимыми являются болезни и вредители. Изменение климата в сторону потепления влечет рост распространения и интенсивности грибковых и бактериальных заболеваний [2]. Кроме того, вспышки нашествий вредителей становятся более частыми, что приводит к потере декоративных качеств растений в условиях урбанизированной среды.

Целью работы являлось исследование современной представленности растений р. *Malus* (сем. *Rosaceae*), в ландшафтных композициях г. Сыктывкара и выявление факторов патологических воздействий на них;

В ходе выполнения решались следующие задачи:

- на подобранных городских участках с выявленными растениями р. *Malus,* заложить пробные площадки и провести комплексные биоэкологические описания;
- изучить таксономический состав и сорта растений р. *Malus* на объектах озеленения МО ГО «Сыктывкар»;
- изучить распространение и вредоносность основных болезней яблони и обосновать меры борьбы с ними в условиях г. Сыктывкара;
- исследовать вредителей р. *Malus* на объектах озеленения г. Сыктывкара и обосновать меры борьбы с ними.
- разработать рекомендации по подбору ассортимента растений р. *Malus* в ландшафтных композициях разного типа.

Климат г. Сыктывкар умеренно-континентальный, с небольшой суммой активных температур (1800 °С). Самым теплым месяцем года является июль (средняя месячная температура +16,7 °С), самым холодным – январь (-15,6 °С), среднегодовая температура составляет 0,4 °С [3]. Продолжительность солнечного сияния колеблется в пределах 1400-1600 часов в год. Вегетационный период в среднем длится 150 дней. Почвы суглинистые, pH составляет 7,8. Территория большей частью заболоченная, что создает трудности для выращивания многих растений.

Декоративные яблони имеют ряд преимуществ. Они удивительно устойчивы к внешним воздействиям. Могут хорошо выдерживать самые неблагоприятные погодные условия. Данные растения не боятся засухи. Яблони – светолюбивые деревья. Многие виды морозостойки. По данной характеристике отдельные сорта яблонь способны выдерживать диапазон низких температур от -30 до -40 °С. Они могут присутствовать в регионах, относящихся к 3-4 зонам зимостойкости. Однако, из-за ряда абиотических особенностей северных территорий виды р. *Malus* не достигают максимального роста и развития, но цветут, а также дают плоды.

В г. Сыктывкаре на объектах озеленения произрастают в основном декоративные сорта, самые распространённые — яблоня лесная и яблоня ягодная. На индивидуальных участках культивируют хозяйственно значащую яблоню домашнюю, дающую плоды удовлетворительных вкусовых качеств. Летом 2024 г. в г. Сыктывкаре нами была проведена инвентаризация представителей р. *Malus*. В ходе исследования биоэкологическая оценка состояния растений проводилась по трёхбалльной шкале: «хорошее», «удовлетворительное» и «неудовлетворительное». Хорошее состояние характеризуется высотой, зимостойкостью растений, отсутствуем у них сухих ветвей и механических повреждений, нормальным облиственим и окраской листьев, правильной формой габитуса кроны. Удовлетворительное состояние «условно здоровых» растений определяется начальными проявлениями заболеваний. Они устранимы и характеризуются наличием усохших ветвей, неравномерно развитой кроной, мелколиственностью, отставанием в росте и недостаточной облиственностью. Неудовлетворительное состояние растений определяют слабо развитая крона, изреженность и усыхание более 50 её процентов. Отмечается присутствие усыхающих и сухих ветвей, суховершенность, слабое облиственение, низкая зимостойкость, наличие повреждений патогенами и значительные механические повреждения [4].

В июле 2024 г. нами было изучено 19 представителей р. *Malus* (16 деревьев, 3 кустарника). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Биоэкологическая характеристика представителей р. *Malus* в г. Сыктывкаре (2024 г.).

№ п/п	Название сортов р. *Malus*	Кол-во		Диаметр, см	Возраст, лет	Высота, м	Место произрастания	Характеристика формы посадки,состояние	Патогенные факторы	
		дер.	куст.						поражение болезнями	поражение вредителями
1	Яблоня лесная (*M. sylvestris*)	2	-	10-12	16	4	ул. Катаева, д. 11	свободнорастущие, удовл	хлороз (5 % желтых листьев)	паутинный клещ-(10%)
2	Яблоня лесная (*M. sylvestris*)	1	-	12	24	3	площадь перед Государственным театром оперы и балета, ул. Коммунистическая, д. 38	свободнорастущее, штамбовое, удовл.	хлороз листьев (30 % желтых листьев)	яблоневой тлей (20 %)
3	Яблоня ягодная (*M. baccata*)	10	-	12-14	65-70	8-10	Стефановский сквер	рядовые посадки, неудовл., (сильно искривленные стволы, дупла, морозобойные трещины)	монилиоз,	паутинный клещ,
4	Яблоня ягодная (*M. baccata*)	-	3	5-6	3	1	Эжвинский район, ул. Славы, д. 26	рядовые посадки, удовл. (поломанные ветви - 5%)	хлороз листьев (5 % желтых листьев)	майский хрущ
5	Яблоня домашняя (*M domestika*)	2	-	10	10	3	Эжвинский район, СТ Парма – 2	свободнорастущие (индивидуальный участок), хор.	бурая пятнистость листьев	-
6	Яблоня ягодная (*M. baccata*)	1	-	10-12	25	8-10	ул. Лесопарковая, 14.	свободнорастущие, (дендроучасток СЛИ), хор.,	-	тля (незначительное поражение)
7	Яблоня домашняя (*M. domestika*)	1	-	10	15	8	ул. Лесопарковая, 14.	свободнорастущие, (дендроучасток СЛИ), хор.,	-	тля (незначительное поражение)

Как видно из таблицы на городских территориях присутствуют в основном древесные жизненные формы растений р. *Malus.* Они представлены как свободнорастущими одиночными и рядовыми, так и групповыми деревьями, и кустарниками, произрастающими на удаленных от дорог с интенсивным движением территориях. Кроны были подвержены формированию только у одного растения в театральном сквере.

Инвентаризация растений показала, что возрастной состав особей варьирует в широких пределах. Самые молодые экземпляры были от 3 до 10 лет. Самые старые достигли 65-70 лет. Дендрометрические показатели диаметров стволов варьируют, составляя в среднем 10-12 см. По высоте в молодом возрасте растения достигают 1 – 3 м, а самые старые дорастают 8 – 10 м.

По категориям состояния в анализируемой выборке имелись значительные отличия. Хорошая категория состояния у четырех деревьев средней возрастной группы. Удовлетворительное состояние отмечено у двух деревьев и трех кустарников. Неудовлетворительное – у 10 деревьев. Данная категория представлена старовозрастными растениями, находящимися в критическом жизненном состоянии. Их устойчивость снижена и сопровождается различными патологиями.

Среди выявленных в ходе инвентаризации р. *Malus* болезней наиболее распространен хлороз. На изучаемых экземплярах было замечено поражение листовых пластин до 50 %, предположительно из-за недостатка калия или азота, а также плохой проницаемостью почвы. В данном случае рекомендуется внесение удобрений и рыхление почвы. На экземплярах, произрастающих на частных участках, выявлена бурая пятнистость. На листьях яблонь были замечены сероватые пятна с мелкими черными точками-пикнидами. Возбудителем грибковой болезни является несовершенный гриб из порядка *Sphaeropsidales*. Грибковая болезнь смогла поразить культуру предположительно из-за переувлажненной почвы и её недостаточного рыхления. Мерами борьбы в таком случае являются регулярный сбор и сжигание опавших листьев, опрыскивание деревьев 1 % бордосской жидкостью, рыхление приствольных кругов. На старовозрастных яблонях обнаружен монилиоз – инфекционная грибковая болезнь, которую вызывают патогены р. Монилия (*Monilia*). Плоды были частично или полностью гнилые. Для защиты растений следует удалять пораженные плоды, опрыскать деревья фунгицидами. Весной и в период вегетации рекомендуется применять бордосскую жидкость 1%.

Среди вредителей на яблонях распространена тля серая яблонная (*Dysaphis devecta*). На старовозрастных экземплярах растений обнаружены свернутые внутрь листовые пластинки, имеющие вишнёво-красную окраску. Среди мер борьбы необходимо провести обрезку поврежденных участков и опрыскать растения биопрепаратами или инсектицидами, среди народных средств подойдут мыльный и чесночный настои. На нескольких экземплярах молодых привезенных растений были обнаружены следы обгрызания листьев хрущом майским (*Melolonitha hippocastani*). Мерами борьбы являются механическая обработка почвы, использование светоловушек, опрыскивание насаждений пиретроидами, пестицидами, а также привлечение насекомоядных птиц, в частности грачей. Поражение яблонь паутинным клещом (*Tetranychus urticae*) было замечено на растениях разного возраста. Данные членистоногие поражали листья, которые засыхали и были покрыты паутиной. При борьбе с паутинным клещом необходимо использовать народные средства (настои чеснока, луковой шелухи), из химических препаратов - акарициды и инсектоакарицидные. Поможет подселение хищных клещей – *Phytoseiulus persimilis, Amblyseius californicus* и привлечение таких насекомых как божьи коровки и златоглазки [5].

Помимо болезней и вредителей яблони страдают от абиотических факторов. Это проявляется чаще всего в виде морозобойных трещин, поражения цветов и листвы поздневесенними заморозками. Также велико антропогенное воздействие в виде образования дупел, поломок веток и повреждения коры.

Таким образом, на территории МО ГО «Сыктывкар» проведена комплексная оценка декоративных древесных и кустарниковых растений р. *Malus.* В ходе работ после рекогносцировочного обследования было подобрано и заложено семь пробных площадок, на которых был изучен и проанализирован таксономический состав, доминантные сорта, используемые в озеленении. Установлена встречаемость яблонь в городских посадках разного

типа. Выявлено, что в селитебной зоне с современной многоэтажной застройкой яблони для озеленения не используются. В исторической части города, на внутридворовых территориях и на участках с сохранившимися частными домами встречаются одиночные деревья. Основная часть данных растений представлена немногочисленными экземплярами, растущими на территориях скверов, ботанических садов и дендрологических участков. Это солитерные, групповые и рядовые посадки преимущественно исторической части урбоэкосистемы.

Биоэкологические описания позволили оценить потенциальную перспективность использования растений р. *Malus* с точки зрения создания устойчивых и высоко декоративных зеленых городских насаждений. Результаты обследования указывают на стабильное ухудшение состояние деревьев с возрастом, при этом особенно увеличивается количество деревьев с морозобойными трещинами и патологией ствола. Показано, что яблони не имеют высокую устойчивость к патогенным факторам. Данные представители во всех возрастных группах подвержены поражению вредителями и болезнями. Воздействие на растения антропогенных и абиотических факторов также влияет на их состояние. Это приводит к возникновению различных пороков стволов и крон.

Мы не считаем, что декоративные растения р. *Malus* перспективны для массового внедрения в зеленое строительство г. Сыктывкара. Их возможно использовать в одиночных, групповых и аллейных посадках, для создания контрастных древесно-кустарниковых групп, небольших садах, скверах. Они будут уместны в ландшафтных композициях ботанических садов и дендрариев. Соблюдение санитарных норм, защитные процедуры и профилактические мероприятия повысят здоровье данных растений, их устойчивость к патогенам, а также обеспечат высокую декоративность. Только при соответствующем мониторинговом сопровождении они могут использоваться как дополнительное украшение отдельных участков.

Библиографический список:

1. Моисеев, К. А. Декоративные растения на Севере / К. А. Моисеев, Г. А. Волкова, Л. Г. Мартынов. – Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1984. – 120 с.
2. Sophie Boutin, Investigating the spatiotemporal dynamics of apple tree phyllosphere bacterial and fungal communities across cultivars in orchards / Sophie Boutin, Ema Lussier, Isabelle Laforest-Lapointe // Canadian Journal of Microbiology. – 2024. – Т. 70, № 6. – С. 238-251. – ISSN 0008-4166.
3. СП 131. 13330.2020. СНиП 23-01-99* Строительная климатология : дата введения 2021–06–25 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 26.02.2025).
4. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке: учебно-методическое пособие для студентов специальности 260500 по дисциплине «Защита растений» / Е. Г. Мозолевская [и др.]. – Москва: МГУЛ, 2004. – 40 с.
5. Чекулаев, И. А. Защита сада от вредителей и болезней / И. А. Чекулаев. – 2-е изд., пере- раб. и доп. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 62 с.

УДК 312

Комплексная характеристика населения муниципального образования МО ГО «Воркута»

Чемерис Д. А.
Научный руководитель – Лазарева В. Г.
Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

Анализируя демографическую ситуацию в современной России можно заключить, что она характеризуется депопуляцией, снижением рождаемости и ростом смертности, старением населения, сокращением средней продолжительности жизни и проблемами в трудовой занятости населения. Демографический фактор влияет на формирование трудового потенциала, во многом определяя развитие и размещение производительных сил страны. Демографический кризис МО ГО Воркута, сложился в последние время и представляет собой крайне опасный процесс, ведущий к отрицательным последствиям, как для его дальнейшего социально-экономического развития, так и для всей страны в целом. Упадок провоцирует стремительный

отток населения из МО ГО Воркута. Кроме того, происходящие социальные изменения в обществе здесь существенно влияют на демографические показатели из-за неблагоприятных и довольно суровых климатических условий для проживания населения. Поэтому анализ текущей демографической ситуации может помочь в поиске выхода из сложившейся ситуации.

В данной статье рассмотрена МО ГО Воркута с позиции социально-экономического положения населения.

Цель исследования — провести комплексный анализ характеристик населения и расселения в МО ГО Воркута Республики Коми с 1989 по 2024 гг., учитывая географические и современные социально-экономические особенности территории.

Характеристика основных демографических показателей населения района выполнена на основе анализов статистических данных территориального органа Федеральной службы государственной статистики по МО ГО Воркута [1].

Численность населения за последние годы имеет устойчивую тенденцию к сокращению. Динамика численности населения МО ГО Воркута за период с 1989 по 2024 гг. представлена на рисунке 1.

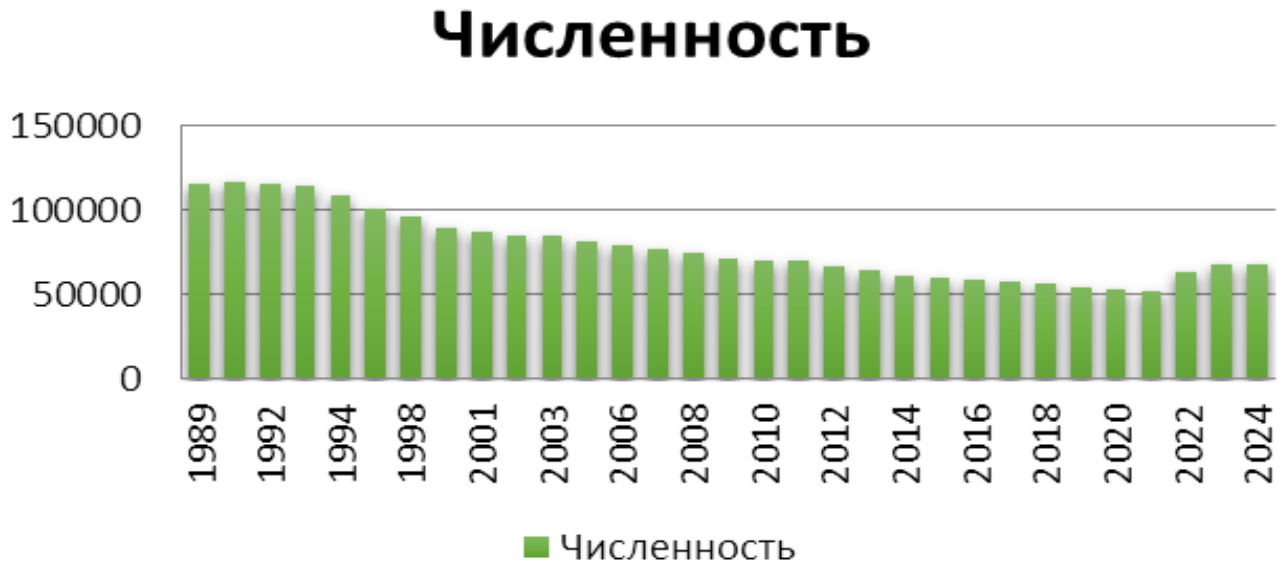


Рисунок 1 – «Динамика численности населения МО ГО Воркута, 1989 – 2024 гг»

Как показывают данные учета численности населения МО ГО Воркута, за период с 1989 по 2024 гг. численность населения за последние годы имеет устойчивую тенденцию к сокращению. Данные учета численности населения за период с 1989 по 2024 гг. показывают, что наибольшая численность населения отмечена в 1992-93 гг. (116 тыс.чел.), а с 1994 г. начался её стремительный спад (109 тыс.чел.) и к 2024 г. она составила 67 тыс.чел., т.е. наблюдаются значительные потери населения с 85 тыс.чел. до 67 тыс. чел. (по 4 тыс. чел./год) [2].

Можно предположить, что основными причинами миграции населения являются социально-экономические проблемы страны в целом и республики в частности. К ним относятся рост массовой безработицы из-за закрытия предприятий.

Несмотря на то, что значение ЕП (естественного прироста) с 1989 года становится меньше, численность постоянного населения региона из года в год сокращается. Виной тому не только превышение показателей смертности над рождаемостью, но и как было уже сказано выше, высокий миграционный отток населения (в первую очередь, отток молодежи). Так же основными причинами смертности в данном регионе являются: сердечно-сосудистые, онкологические заболевания, низкая доступность диспансеризации, врожденные заболевания [3].

В МО ГО Воркута, за рассматриваемый период, наблюдается неблагоприятное соотношение числа браков и разводов. За 2010-2024 гг. зарегистрировано 410 заключений брака. Наибольшее количество пар — 215, официально зарегистрировали свои отношения в возрасте 35 лет и старше. Но всплеск брачности, в МО ГО Воркута был слабее, чем в других регионах, из-за продолжающегося оттока населения (рис 3) [4].

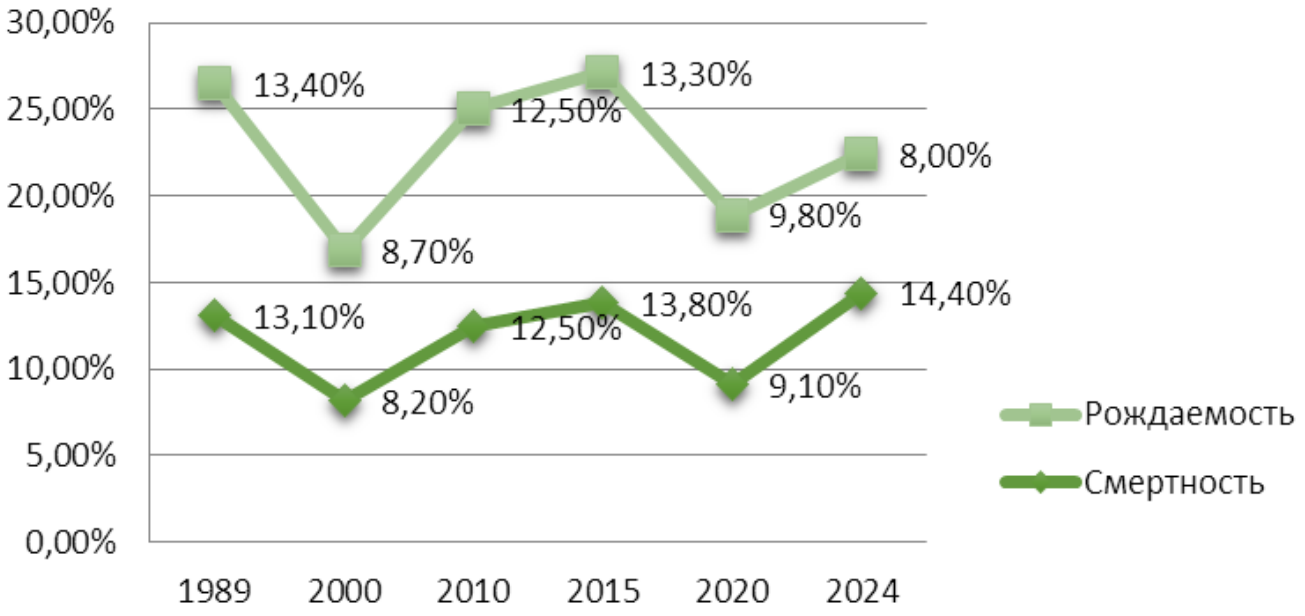


Рисунок 2 – «Динамика рождаемости и смертности МО ГО Воркута, 1989 по 2024 гг».

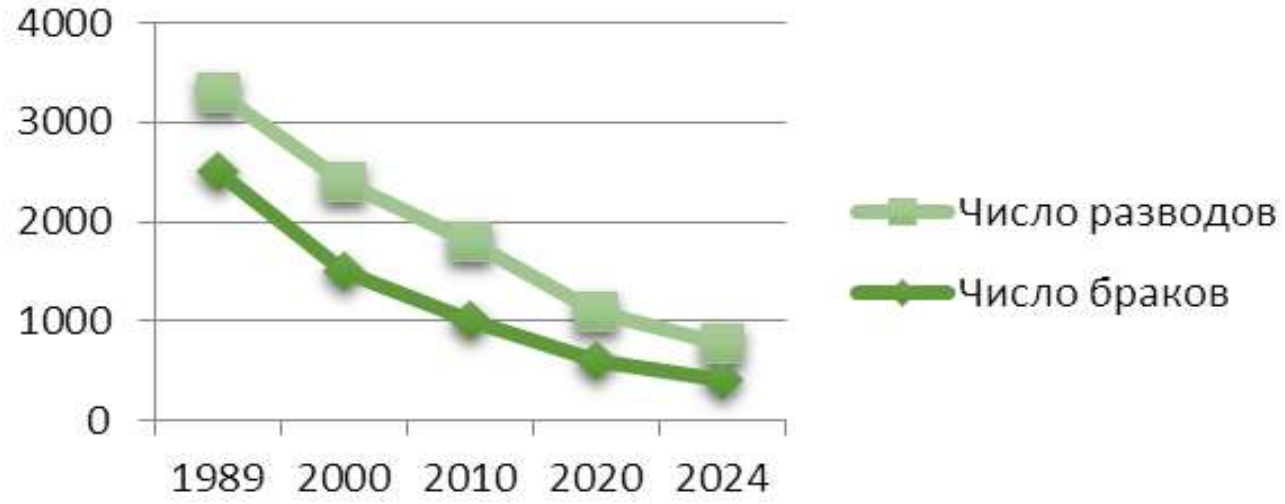


Рисунок 3 – «Динамика браков/разводов, 1989 – 2024 гг.»

Количество браков в МО ГО Воркуте неуклонно снижается из-за уменьшения численности населения, миграции и экономической стагнации. Разводимость остаётся высокой, особенно в кризисные периоды (1990-2000 гг.), но в абсолютных числах падает из-за сокращения населения.

Из рисунка 4 следует, что в 1990 г. в МО ГО Воркута проживало 215 тыс. человек, из которых мужчины составляли 106 тыс. и женщины - 62 тыс. На период с 2011 г. по 2020 г. составляло 32 тыс. чел. – мужчины и 35 тыс.чел – женщин. Из этого следует, что численность населения мужчин и женщин сократилась с 70 тыс. чел. до 68 тыс. человек [5].

В национальном аспекте за 1990-2024 гг. наиболее многочисленным в муниципальном районе является русское население, которое составляет 63 тыс. человек (77%) от общей численности населения, указавшего национальную принадлежность, украинцы — 6523 чел. (7,9 %), татары — 2382 чел. (2,9 %), коми — 1401 чел. (1,7 %), белорусы — 1259 чел. (1,5 %), чуваши — 934 чел. (1,1 %) и др (рис 5) [6].

Миграционная ситуация имеет отрицательный вектор направленности, постоянно увеличивается число выбывших граждан с территории района. Основными факторами, обуславливающими данную тенденцию, являются отъезд граждан трудоспособного возраста в другие муниципальные образования Республики Коми и другие регионы на постоянное место жительства, учебу, работу, так же влияет суровый арктический климат (табл. 1) [7].

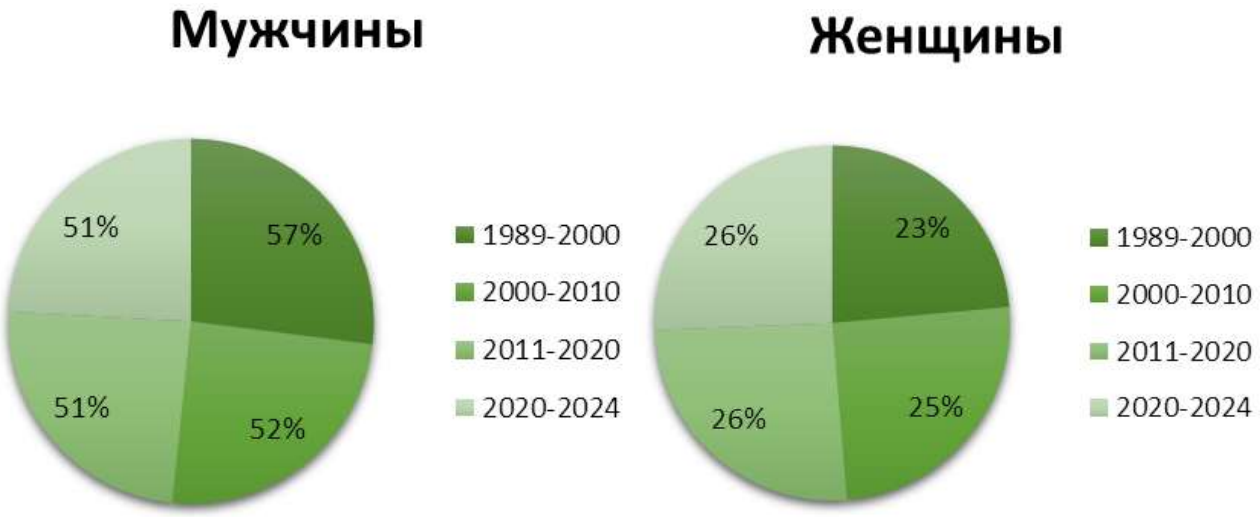


Рисунок 4 – «Соотношение полов по данным переписей, 1989-2024 гг.»

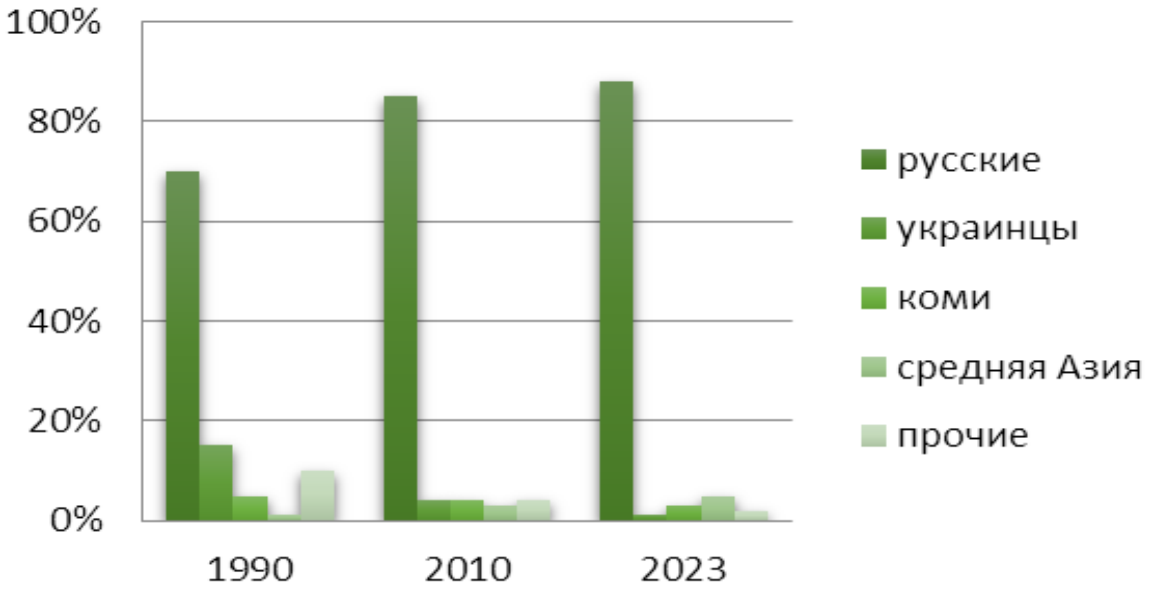


Рисунок 5 – «Национальный состав населения МО ГО Воркута 1989 - 2024 гг»

Таблица 1 – Численность пожилого населения МО ГО Воркута за период с 1989-2024 гг.

Год	Пожилое население	Примечания
1990	15 000	Пик населения. Молодежь преобладает из-за промышленного развития города.
2000	18 000	Начало массовой миграции. Рост доли пожилых из-за оттока молодых семей.
2010	20 000	Закрытие шахт, ускорение старения. Сокращение рождаемости.
2024	17 000	Демографический кризис. Пожилые составляют треть населения.

В 1990-2022 году коэффициент рождаемости снизился в 2 раза (с 1000 до 500 человек), коэффициент смертности снизился (1000 до 700 человек). Естественная убыль населения на 2022 год составила 4,2% (220 чел.), Но с 2024 г. Произошел заметный рост смертности на 4,2% (720 чел.).

За 1989-2022 гг. тенденция смертности выросла на 2,8% (с 700 до 720 чел). На душу населения рост смертности повысился на 13% (с 6 до 13,8 на 1000 чел.) [8].

По данным на 2025 год, в Воркуте проживает ≈ 73 тыс. человек (всё население муниципалитета сосредоточено в городской черте). Сельское хозяйство в условиях вечной мерзлоты и полярного климата невозможно, что исключает формирование сельских поселений. Сельские жители в границах муниципального образования отсутствуют [9].

По федеральному закону городскими округами могут считаться муниципалитеты, где плотность населения составляет не меньше 42,7 человека на квадратный километр. Подтверждают, что в Воркуте и подчинённых ПГТ проживает 100% городского населения муниципалитета [10].

Для МО ГО Воркута уровень урбанизации данного составляет фактически 100% (рис 6).

Рисунок 6 – «Динамика численности населения и урбанизации, 1989-2024 гг.»

Экономика Воркуты представлена такими отраслями, как добывающая промышленность, пищевая промышленность, лёгкая промышленность, промышленность строительных материалов, электроэнергетика, водоснабжение и водоотведение. Лидирующей считалась добывающая промышленность, где работало градообразующее предприятие — АО «Воркутауголь» [11].

Главной задачей в сфере заработной платы для населения Воркуты является обеспечение стабильного и достойного уровня доходов в условиях экономики, ориентированной на угольную промышленность, и сложных климатических условий Крайнего Севера. Т.е. сохранение северных надбавок, льготы для работников, привлечение новых кадров, развитие инфраструктуры и тд.

Таблица 2 -Средняя заработная плата работников организаций по видам экономической деятельности, руб. в месяц:

Среднемесячная заработная плата работников организаций	**1990**	**2000**	**2010**	**2020**
Угольная промышленность	700 рублей	5 000	38 000	95 000
Образование	250 рублей	1 800	22 000	48 000
Транспорт	300 рублей	2 500	28 000	65 000
Здравоохранение	220 рублей	1 700	25 000	52 000

Среднемесячная заработная плата в Воркуте составляет 85–95 тыс. Рублей.

В 2019 году, средняя зарплата в Воркуте составила 74 584 рубля. В 2018 году средний уровень зарплат в Воркуте был 68 602 рубля. Так же 50% работающих заняты в добыче угля и смежных отраслях, высокие зарплаты в угольной промышленности (шахтёры, инженеры — 100–150 тыс. руб.). Низкие зарплаты в бюджетной сфере у учителей и врачей (45–60 тыс. руб. с учётом надбавок) (табл. 2) [12].

По состоянию на 01 января 2024 года в МО ГО Воркута функционируют 6 муниципальных учреждений: 3 воркутинские больницы медицинской помощи, центр профессиональной патологии, наркологическое отделение, городская стоматологическая поликлиника [13].

Ежегодно в МО ГО Воркута регистрируется более 2,2 млн. случаев заболеваний острыми и хроническими болезнями. Показатель общей заболеваемости населения МО ГО Воркута почти на 50% сформирован из первых выявленных заболеваний, в том числе у детей (0-14 лет) – на 77,6%, у детей подросткового возраста (15-17 лет) – на 62,5%, взрослых – на 35,7%.

За 2023 год, «грубый» показатель заболеваемости мужского населения составил 517,4 на 100 тыс. (прирост на 14,7% к 2022 году и на 17,7% к 2019 году). Для женского населения этот показатель был равен 519,8 (прирост на 13,0% к 2022 году и на 3,1% к 2019 году). Также известно, что в 2023 году в Республике Коми отмечалось увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями: по сравнению с 2022 годом — на 7,7%, в сравнении с 2019 годом — на 16%. При этом в 2022 году отмечалась относительно низкая заболеваемость ЦВЗ в МО ГО Воркута (19,8 на 1 тыс. взрослого населения) [14].

Депопуляция населения МО ГО Воркута в среднесрочной и долгосрочной перспективе будет оказывать все большее влияние на развитие экономики региона. Прежде всего, на добывающую промышленность, в котором занята большая часть трудоспособных жителей на данный момент времени. Негативные демографические процессы в регионе должны быть скорейшим образом ликвидированы, т.к. это приведет к падению экономической значимости.

Таким образом, мы рассмотрели и социальную и экономическую жизнь МО ГО Воркута. С одной стороны – это представитель сегодняшней России, с другой стороны – это регион, обладающий серьезными ресурсами, где и возможен реальный подъем экономики всей страны в целом.

Обязательным условием будущего подъема экономики является склонение миграционного сальдо населения в положительную сторону. Необходимо введение дополнительных льгот для работников, а также не забывать о регулярной выдаче заработных плат.

Важным фактором прогресса является перепрофилирование промышленности района на переработку, то есть, если сейчас доминантной является добывающая промышленность, то в будущем целесообразно появление новых и развитие уже существующих предприятий, специализирующихся на выпуске готовой продукции, что, безусловно, повысит конкурентоспособность производства и позволит вывести продукцию на мировой рынок и получить от этого достаточную прибыль.

В будущем МО ГО Воркута сможет и будет играть важную роль в экономике страны, если не сделает из нее большую свалку, в силу выше указанных обстоятельств.

Следовательно, настоящее положение МО ГО Воркута не блестящее, но выход из данной ситуации возможен и осуществим, а значит возможен и необходим подъем ее экономики для страны, в целом.

Проведенный анализ демографических процессов в МО ГО Воркута показывает, что его развитие ограничено специфическими природными условиями, что накладывает отпечаток на естественное движение населения, миграционные потоки, уровень жизни населения, т.е. на его социально-экономические процессы.

Настоящее положение региона не блестящее, но выход из данной ситуации возможен и реально осуществим, а значит возможен и необходим подъем ее экономики для страны, в целом, т.к. МО ГО Воркута представляет собой сложный и многогранный субъект, требующий комплексного подхода к решению социально-экономических и экологических проблем.

Библиографический список

1. https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/39846/Demograficheskoe_razvitie_Vorkutinskogo_gorodskogo_okruga
2. https://cyberleninka.ru/article/n/demograficheskoe-razvitie-vorkutinskogo-gorodskogo-okruga-sostavnoy-chasti-arkticheskoy-zony-rossii
3. https://11.rosstat.gov.ru/dinamika
4. https:// /group/54845853597727/topic/156532569379615

5. https://vvfauzer.ru/pub/st/a_2009_1.pdf
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Воркута
7. https://11.rosstat.gov.ru
8. https://wcj.world/PDF/04ECMZ124.pdf
9. https://dzen.ru/a/ZTz5_2oGNFyGpXga
10. https:///group/54845853597727/topic/156532569379615
11. https://vorkuta.gosuslugi.ru/netcat_files/47/470/Sovet_strategy.pdf
12. https://komi.gks.ru/
13. https://gsrk.ru/dictionaries/novosti-9/10118
14. http://smedcollege.ru/files/studentu/2023_gos_doklad_coct_zdor.pdf

УДК 332.28

Особенности процедуры предоставления в аренду земельных участков из состава земель лесного фонда для ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты

Долина П. О.
Научный руководитель – Пильник Ю. Н.
Ухтинский Государственный Технический Университет, г.Ухта, Россия

Леса играют основополагающую роль в жизни населения, что накладывает особую ответственность на процессы их использования.

В соответствии с действующим законодательством, право собственности на землю принадлежит исключительно государству и муниципальным образованиям. Частные лица не имеют возможности владеть участками, входящими в лесной фонд Российской Федерации. Однако граждане могут получить такие участки на условиях аренды. Аренда земель лесного фонда для охотничьего хозяйства требует соблюдения специфических правовых норм. [1].

Лесные участки из состава земель лесного фонда предоставляются в аренду юридическим и физическим лицам.

✓ Гражданам в аренду или безвозмездное пользование.

✓ Юридическим лицам в постоянное (бессрочное) пользование, в аренду или безвозмездное пользование.

Для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства лесные участки предоставляются на праве [1]:

1. Аренды.
2. Может быть установлен сервитут.
3. Может быть оформлено разрешение на использование лесов без предоставления лесного участка, установления сервитута, если осуществление указанных видов деятельности не влечет за собой проведение рубок лесных насаждений, создание объектов охотничьей инфраструктуры.

Порядок предоставления в аренду земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, без проведения торгов регулируется Земельным кодексом Российской Федерации.

Требования к составу схемы размещения и порядок ее составления утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В схеме должны отражаются границы охотничьих угодий и зоны планируемого создания охотничьих угодий.

При принятии решения об утверждении схемы размещения охотничьих угодий данная схема направляется в орган регистрации прав.

Обязательным приложением к документам, направляемым в орган регистрации, является описание местоположения границ соответствующих территорий или зон.

В Едином Государственном Реестре Недвижимости в качестве дополнительных сведений об объекте недвижимости вносятся сведения о расположении земельного участка в границах охотничьих угодий лесничеств.

На рисунке 1 представлен пример схемы размещения охотобазы в Кедвинском участковом лесничестве ГУ "Ухтинское лесничество".

Осуществление деятельности в сфере охотничьего хозяйства запрещается:

✓ В городских лесах.

✓ В лесопарковых и зелёных зонах.

Допускается использование земель сельскохозяйственного назначения для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства.

С согласия федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области обороны, или федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области безопасности, устанавливает возможность включать земли обороны, временно неиспользуемые по целевому назначению, в границы охотничьих угодий.

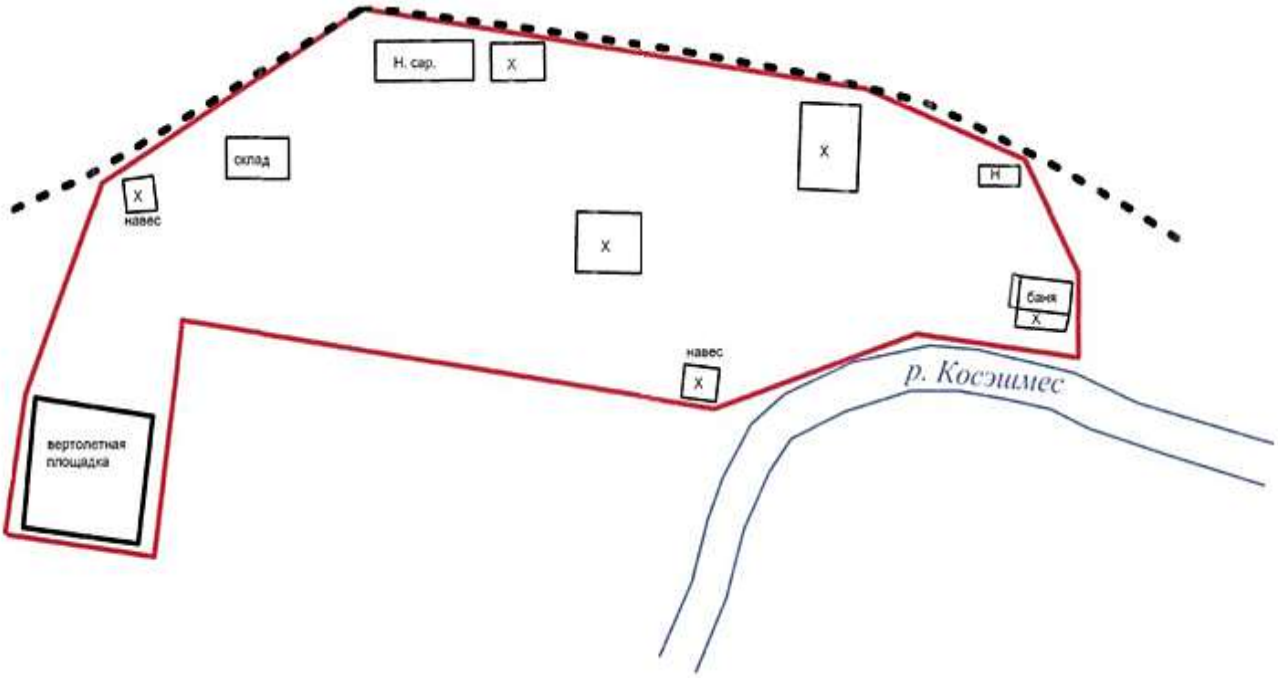


Рисунок 1 – Схема размещения охотобазы в Кедвинском участковом лесничестве ГУ «Ухтинское лесничество»

Допускается возможность использования земель запаса, включенных в границы охотничьих угодий, без их перевода в иную категорию земель.

Наиболее распространенный вид оформления лесного участка – заключение договора аренды. Рассмотрим его особенности и этапы заключения.

Земельные участки, необходимые для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства, предоставляются лицам, с которыми заключены охотхозяйственные соглашения, в аренду без проведения торгов.

Договор (охотохозяйственное соглашение) должен предусматривать проведение мероприятий по сохранению охотничьих ресурсов и среды их обитания, и создание охотничьей инфраструктуры.

Договор аренды земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, заключается на срок, равный сроку действия охотхозяйственного соглашения. В свою очередь, охотхозяйственные соглашения заключаются на срок от двадцати до сорока девяти лет.

На рисунке 2 изображен необходимый алгоритм действий для аренды лесного участка. Для заключения договора аренды лесного участка необходимо выполнить следующие действия:

Подготовка проектной документации лесных участков.

При проектировании лесных участков составляется документ – проектная документация лесного участка. После разработки проектная документация лесного участка согласовывается территориальным лесничеством и утверждается решением органа государственной власти или органа местного самоуправления, осуществляющих полномочия по предоставлению лесных участков.

Постановка лесных участков на Государственный кадастровый учет.

Создается схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории органу местной власти. В графической части межевого плана представляется чертеж земельных участков и их частей, схема расположения земельного участка, и, если это требуется схема геодезических построений. Межевой план заполняется и отправляется в кадастровую палату.

1. Подается заявление о предоставлении лесного участка в аренду

После получения выписки из Единого Государственного Реестра Недвижимости заинтересованное лицо, которое хочет оформить права аренды на лесной участок поставленный на кадастровый учет повторно обращается в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды субъекта с заявлением о предоставлении в аренду лесного участка. Заявление рассматривается в течение 30 (тридцати) календарных дней со дня его поступления в уполномоченный орган.

Рисунок 2 – Алгоритм действий необходимый для аренды лесного участка

2. Договор аренды лесного участка.

На основании Решения уполномоченного органа исполнительной власти составляется договор аренды лесного участка между арендатором (лесопользователем) и арендодателем (Российская Федерация).

3. Государственная регистрация договора аренды

После подписания договора аренды, необходимо обратиться с заявлением о государственной регистрации права аренды лесного участка, передаваемого по Договору, в уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти или его территориальный орган, осуществляющий государственный кадастровый учет и государственную регистрацию прав.

4. Проект освоения лесов.

Проект освоения лесов - это документ, описывающий цели использования арендатором лесного участка, взятого в аренду у арендодателя и будущие мероприятия, которые арендатор должен провести на участке.

Проект освоения лесов содержит сведения о разрешенных видах и проектируемых объемах использования лесов, мероприятиях по охране, защите и воспроизводству лесов, по созданию объектов лесной и лесоперерабатывающей инфраструктуры, по охране объектов животного мира и водных объектов, о мероприятиях по строительству, реконструкции и эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры.

5. Государственная экспертиза проекта освоения лесов.

Согласно договору аренды лесного участка, в течение 6 месяцев со дня заключения договора Арендатор обязан разработать и представить Арендодателю проект освоения лесов для проведения государственной экспертизы.

Целью экспертизы является оценка соответствия проекта освоения лесов нормам законодательства РФ, целям и видам освоения лесов, предусмотренных проектом.

6. Лесная декларация.

После получения положительного заключения по проекту освоения лесов. Арендатор готовит лесную декларацию к договору аренды. Лесная декларация подается не менее чем за 6 рабочих дней до начала предполагаемого срока использования лесов. Лесной декларацией является заявление об использовании лесов в соответствии с проектом освоения лесов.

7. Государственный лесной реестр.

Требуется внести данные об участке в государственный лесной реестр. Государственный лесной реестр – это свод информации, в документированном виде о лесах, их защите, воспроизводстве, охране, а также о лесопарках и лесничества.

8. Отчет об использовании лесов.

Каждый арендатор при использовании участков земли из состава земель лесного фонда обязан предоставлять в контролирующие органы государственной власти следующие отчеты: отчет об охране лесов от пожаров; отчет о защите лесов; отчет об использовании лесов; отчет о воспроизводстве лесов.

В действительности срок согласования и рассмотрения всех необходимых документов может превышать шесть месяцев, что является значительным периодом и часто задерживает своевременное начало работ. Важной проблемой, мешающей получению документации на выдел участка, являются временные и финансовые затраты на предварительную проверку документов на полноту и соответствие установленным требованиям. Можно сделать вывод, что процесс оформления аренды земельного участка из земель лесного фонда является долгим процессом и требует определенных знаний в области землеустройства и кадастра.

Лица, использующие леса с предоставлением лесных участков для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства, обязаны:

- использовать лесной участок по целевому назначению в соответствии с Лесным кодексом, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, лесохозяйственным регламентом лесничества, на основании проекта освоения лесов и договора аренды лесного участка;
- составлять проект освоения лесов;
- ежегодно подавать лесную декларацию;
- своевременно предоставлять отчетность об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов;
- осуществлять меры противопожарного обустройства лесов на предоставленном лесном участке;
- осуществлять мероприятия по «компенсационному» восстановлению лесов не позднее чем через один год после рубки лесных насаждений;
- после прекращения действия договора аренды лесного участка привести лесной участок в состояние, пригодное для его дальнейшего использования по целевому назначению в соответствии с видом разрешенного использования.

Библиографический список:

1. Лесной кодекс Российской Федерации: фед. закон № 200–ФЗ от 04.12.2006 (ред. от 08.08.2024) // СПС Консультант Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/ (дата обращения 15.03. 2025).
2. Земельный кодекс Российской Федерации: фед. закон № 136–ФЗ от 25.10.2001 (ред. от 18.03.2020) // СПС Консультант Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/ (дата обращения 15.03. 2025).
3. Закон Российской Федерации № 209-ФЗ от 24.07.2009 "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". // СПС Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89923/ (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 550.8.013

Естественное углеводородное загрязнение поверхностных вод р.Ухта

Сенина М. С.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Данная стаья посвящена естественным выходам углеводородов в русле р.Ухта, которые известны из литературных источников уже в течении нескольких столетий, и их загрязняющему влиянию на поверхностные воды. В ходе работы выполнен анализ исторических упоминаний о естественных входах нефти и газа и их расположении, проведены полевые работы по обследованию данных локаций, в местах обнаружения проявлений нефти и газа отобраны и проанализированы пробы поверхностных вод, а также углеводородных газов.

Истории открытия и изучения ухтинской нефти посвящено большое количество исследований как геологов, так и историков, и краеведов [1, 3, 4].

Первые исторические сведения о нефти в Печорском крае известны с 15 века в Двинской летописи, по данным которой нефть на реке Ухте добывалась из естественных выходов по рекам и использовалась племенами чудь как смазочный материал и, даже, как лекарство.

Первое же печатное сообщение о нефти на Ухте было сделано в книге Николааса Витсена «Северная и Восточная Тартария», вышедшей в Амстердаме в 1692 г. Так описывается река Ухта в этой книге: «Река Ухта отстоит от реки Печоры на одни сутки, на этой реке… есть место, где из воды выделяется жир, представляющий нефть, здесь находится и Доманик, который горит наподобие свечи…».

Выходит, что уже более пяти веков известно о существовании выходов нефти на реке Ухте.

В 18 веке Федором Прядуновым была предпринята первая попытка промышленного освоения ухтинской нефти. Прядуновский нефтепромысел представлял собой деревянный сруб на реке, в котором скапливалась нефть, просачивающаяся со дна реки. Промысел действовал с 1746 по 1767 г, за этот период суммарно добыто свыше 3,5 тонн нефти! Это документально подтвержденные исторические данные, которые свидетельствует о значительной интенсивности выделения нефти, которая позволяла добывать ее в таких обьемах.

До прихода советской власти на месте Прядуновского промысла уже велись разведочные работы на поиск нефтяных залежей, интерес же к естественным выходам нефти угас.

После прихода Ухтинской экспедиции в 1929 г. и кроме начала масштабных разведочных работ также были проведены обследования естественных выходов нефти. Тогда были составлены описания и карты расположения естественных нефтегазопроявлений, вошедшие в фондовые отчеты.

Приведу сведения из отчета Воинова Е.В., 1932: «В ходе полевого обследования долины реки Чуть выше 17 км на правом берегу со дна реки выделяются пузырьки газа. Выделение газа интенсивное, наблюдается масса пузырьков. С левой стороны в Чуть впадает ручей, на его воде попадаются радужные пятна нефти. … Неподалеку от скважины Владимирская, при расчистке обнажения выходов горных пород, на дневную поверхность сначала вырвался с шипением газ, а затем начала просачиваться густая нефть» [6].

Таким образом, систематизированные сведения о многочисленных нефтегазопроявлениях естественного происхождения в районе реки Ухты относятся к началу 1930-х гг. Ухтинским краеведом Надеждиным написана книга, где приведены исторические сведения о естественных выходах нефти и газа Ухтинского района [4].

С целью выявления и оценки состояния естественных выходов нефти и газа в настоящее время летом 2024 года было проведено натурное обследование известных нефтепроявлений, в ходе которых обследован участок долины р.Ухта от автомобильного моста в районе пос. Веселый Кут до базы отдыха «Крохаль», и участок р.Чуть от устья до 17 км выше устья.

В процессе полевых работ, в которых принимала участие автор данной статьи, было обнаружено 18 естественных выходов нефти и газа. Тогда же были отобраны пробы газа поверхностных вод [5].

Далее приводится описание наиболее интенсивных проявлений.

Естественное проявление №1 выявлено по р.Чуть на 17 км выше устья. Проявление представляет выделение пузырьков газа сквозь воду в осевой части русла. Ранее данное газпроявление было описано в отчете Воинова в 1932 г. что свидетельствует о том, что данный естественный выход газа существует по настоящее время.

Естественное проявление №13 выявлено в русле р.Ухта приблизительно в 15 м от левого берега у памятника скважине М.К.Сидорова. По оценкам ухтинских историков и краеведов, в данной локации скорее всего мог находиться исторический нефтепромысел Ф.С. Прядунова 18 века. Проявление представляет собой слабое выделение капель нефти со дна реки и расплывание их в виде небольших радужных пятен по поверхности воды (рис.1), которые быстро исчезают вниз по течению за счет перемешивания с большим объемом воды в русле и испарения.

Рисунок 1 — Образование пленки нефти над капельным выходом со дна реки

Ощущается слабый запах нефти. В непосредственной близости от проявления по направлению течения реки была отобрана проба поверхностной воды.

Естественное проявление №15 выявлено у левого берега р.Ухта в 0,4 км выше по течению от устья ручья Половинный-Ёль. Проявление представляет собой обильное выделение пузырьков газа сквозь поверхностные воды в нескольких точках на мелководье у левого берега. Местами процесс выделения газа напоминает «кипение» воды. Данное проявление наблюдалось в прежние десятилетия, о чем имеется упоминание в отчете Кулевского в 1942 г. [7].

Остальные исследованные проявления имеют более слабую интенсивность.

Необходимо отметить, что в зимний период нефть, поступающая из естественных выходов, может образовывать локальные скопления подо льдом, о чем имеются неоднократные упоминания в местной печати. Аналогичное явление отмечается на о.Байкал, где также выявлены небольшие проявления нефти со дна, не оказывающие заметного влияние на благополучие экосистем.

По результатам лабораторного исследования газы, отобранные из естественных выходов №1 на р.Чуть и №15 на р.Ухта содержали метана 96-97 % об., этана в сумме с гомологами – 0,25-0,34 % об., углекислого газа – 0,2-0,6 % об. Таким образом, исследованный газ содержит компоненты, вызывающий «парниковый эффект».

Анализ содержания нефтепродуктов в поверхностных водах показал величину ниже предела обнаружения методики. Можно сделать вывод, что данные естественные проявление практически не оказывает загрязняющего влияния на поверхностные воды р.Ухта.

Необходимо отметить, что естественные проявления нефти и газа имеют место и в других водоемах на территории России, например, со дна озера Байкал [2]. Проявления нефти в водах и на берегу Байкала известны с древних времен. В 2008 г. группа ученых из Института океанологии РАН, Лимнологического института СО РАН, Байкальского института природопользования и Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН на глубоководных аппаратах «Мир» исследовала дно Байкала в районе мысов Горевой Утес и Толстый. На слое ила, который ровным слоем покрывает дно озера, обнаружены парафино-асфальтовые скопления, из которых выделяются и всплывают на поверхность воды капельки нефти. В результате визуальных наблюдений выявлено, что нефть периодически поднимается на поверхность в виде шариков диаметром до 1 см. По подсчетам ежегодные поступления нефти со дна Байкала составляют несколько тонн. Сделан вывод, что нефть стала «естественным» компонентом экосистемы восточного побережья Байкала. Здесь образовались популяции специфических бактерий, которые потребляют углеводороды в своем жизненном цикле и разлагают их на безопасные вещества. Наиболее интенсивно потребляются бактериями парафиновые углеводороды. В результате естественные выходы нефти не представляют для Байкала существенной экологической угрозы.

Выводы

- В результате проведения полевых работ по состоянию на лето 2024 г. выявлено и обследовано 18 естественных выходов газа и нефти по р.р.Чуть и Ухта.
- Некоторые из обследованных проявлений ранее отмечались на протяжении минувших десятилетий.
- Отобраны и исследованы пробы газа и поверхностных вод. Газы по составу метановые с примесью углекислого газа. Нфтепродукты в воде в ничтожных количествах - ниже предела обнаружения по методике
- Естественные выходы нефти и газа на современный момент имеют слабую интенсивность. Загрязнение поверхностных вод р.Ухта и ее притока р.Чуть нефтепродуктами из естественных выходов носит незначительный характер, что подтверждается результатами химических анализов вод. Это же можно сказать о загрязении атмосферы парниковыми газами (метаном, углекислотой) из естественных выходов.

Библиографический список:

1. Зеленская-Зысман Е. А. Ухтинская нефть в эпоху Романовых / Е. А. Зеленская-Зысман. – Ухта, 2017. – 264 с. : ил.
2. Каширцев В. А. Молодая нефть Байкала. Наука из первых рук: Путь на восток , том 26, №2.
3. Козулин А.Н. Загадки нефтяного завода. – МУ Управление культуры администрации МО «Город Ухта», 2005г. – 100 с.
4. Надеждин В.П. Колыбель Российской нефти. –УГТУ, 2005 г. – 88 с.
5. Сенин С. В., Голдобин А. Я. Природные выходы нефти и газа на дневную поверхность на территории Ухтинской зоны нефтегазонакопления: исторические данные и современное состояние // Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов : материалы конференции / под редакцией Р. В. Агиней. – Ухта : Изд-во УГТУ, 2024. – 335 с. : ил. – Текст : электронный.
6. Воинов С.М. Отчёт о геологическом обследовании р. Чуть в связи с разведкой на газ. 1932 г. (ф)
7. Кулевский А.В. Геологическое строение, нефтеносность и газоносность центральной складки Ухтинской антиклинали. 1942 г. (ф)

УДК 504.75

Изучение устойчивости подсолнечника сорта «Лакомка» к нефтяным загрязнениям торфогрунта в Республике Коми

Красавцев Н. А.
Научный руководитель - Сорокин А. Д.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия

Аннотация. Представлены результаты по изучению влияния нефтяного загрязнения на всхожесть и выживаемость проростков сосудистых растений в лабораторных опытах. Опыты проводились в г. Ухте Республики Коми (на базе УГТУ). Исследовано влияние доломитовой муки на рост и развитие молодых растений.

Ключевые слова: сосудистые растения, (Подсолнечник сорт «Лакомка») нефтяное загрязнение, почва, доломитовая мука, Республика Коми, всхожесть, выживаемость.

Актуальность исследования. Актуальность вопроса изучения устойчивости растений к нефтяным загрязнениям почвы обусловлена тем, что с увеличением добычи нефти, происходит формирование техногенного ландшафта, увеличиваются площади нарушенных территорий, на которых необходимо проводить рекультивацию.

Характеристика района исследования Республика Коми — регион, богатый полезными ископаемыми. По добыче нефти Коми входит в первую десятку регионов России. В 2006 году добыча нефти составляла 2,4 % от общего объёма в России [Пляскина]. В связи с наличием большого количества природных богатств имеются экологические проблемы. Эксплуатация существующих месторождений нефти, строительство нефтепроводов, количество и протяженность которых в последние годы возросла, а также освоение новых запасов привели к загрязнению нефтепродуктами значительного количества территорий.

Республика Коми находится на северо-западе Российской Федерации. Климат на территории республики в основном умеренно континентальный. В связи с тем, что регион имеет большую протяжённость территории по широте, характеристики климата существенно различаются в южных и северных районах. Среднегодовая температура на юге 0–1 °С, на крайнем северо-востоке от –4 до –6 °С. Зима длительная, суровая; лето непродолжительное и относительно тёплое. Средние температуры января от –17 °С на юго-западе до –20 °С на северо-востоке; июля соответственно от 15 до 11 °С. Среднегодовое количество осадков от 600 мм на юге до 400–450 мм на севере, на западных склонах Урала – до 1000 мм, в пределах Тиманского кряжа – 700 мм. Около 70% осадков приходится на лето. Устойчивый снежный покров сохраняется на севере до 205 дней в году и более, на юге – около 160 дней; продолжительность безморозного периода от 60 дней на севере до 100 дней на юге. Продолжительность вегетационного периода от 150 дней на юге до 100 дней на севере и 60–70 дней в горных районах. [Тентюков].

При попадании нефти в почву происходит изменение её физико-химических свойств. Это связано, преимущественно, с обволакиванием нефтью частиц почвы из-за чего происходит значительный рост гидрофобности почвы, она перестает впитывать и удерживать воду, наблюдается вытеснение воздуха из почвенных пор. Все это приводит к нарушению водного и воздушного режима почвы. Помимо того, в нефтезагрязненных территориях снижается доступность для растений таких элементов, как азот, фосфор, калий, в связи с их блокировкой микроорганизмами под воздействие высокого соотношения углерода/азота, нефть тормозит перемещение этих элементов в раствор, а также она негативно влияет на бактерии, участвующие в круговороте азота в почве [Назаров].

Восстановление почвы — это сложный и продолжительный процесс. Термин «рекультивация» получил широкое употребление в последние десятилетия XX века с проведением работ по восстановлению плодородия почв, полностью или частично разрушенных в результате деятельности горнодобывающей промышленности.

В СССР рекультивационные работы в производственных масштабах начали развиваться с 60-х годов XX века. В Советском Союзе работы по восстановлению территорий в основном имели лесохозяйственное направление. Рекультивация велась с широким использованием механизации лесопосадочных и лесокультурных работ. Лесовосстановление поверхности техногенных ландшафтов на месторождениях нашей страны является наиболее перспективным способом биологической рекультивации, с точки зрения затрат на ее проведение и рекреационного значения.

В настоящее время наиболее значительные работы ведутся по традиционному способу рекультивации с нанесением плодородного и потенциально плодородного почвенного слоя и внесением удобрений, извести, золы и различных отходов промышленности, с последующим посевом многолетних трав [Кожевников, Заушинцена].

Поэтому разработка новых эффективных методов очистки почвы от загрязнения нефтепродуктами является одной из важнейших задач охраны окружающей среды. Особенно это актуально для районов Севера, где рекультивация этих территорий осложнена суровыми природными условиями. Для успешного восстановления загрязненных почв необходим комплексный подход, который включает в себя несколько этапов рекультивации, таких как механический, физико-химический и биологический [Ежелев].

Механическая рекультивация предусматривает либо засыпку нефтяного разлива грунтом, либо вывоз наиболее загрязненного слоя почвы на полигоны отходов, либо перепахивание почвы для перемещения и смешивания загрязненных слоев с незагрязненными.

К физико-химическим методам рекультивации нефтезагрязненных почв относят использование различных сорбентов.

Биологический этап рекультивации включает целый комплекс агротехнических, биотехнологических и фитомелиоративных мероприятий, который направлен на ускорение процессов биологической очистки почв от нефти, и создание условий для восстановления экологических функций почв и их биологической продуктивности. Наиболее перспективным методом является посев устойчивых растений предпочтительно местной флоры — фиторемедиация. Применение подобных растений позволяет параллельно решать проблему очистки нефтезагрязненных почв, проблему складирования отходов производства и потребления и проблему безопасности применения восстановительных препаратов [Тутарашвили., Нефедьева].

Целью данной работы было изучение устойчивости и всхожести семян подсолнечника сорта «Лакомка» на нефтезагрязнённом торфогрунте.

В качестве объекта исследований был выбран подсолнечник - сорт "Лакомка". Это обусловлено быстрым увеличением зеленой массы и устойчивости к различным типам заражений у данного сорта растений.

Описание объекта исследования. Подсолнечник сорт «Лакомка». Основные характеристики. Подсолнечник сорта «Лакомка» однолетнее растение. Цветение, в зависимости от формы и климата района выращивания, проходит с июня по август. Плодоношение - с июля по сентябрь. Период вегетации составляет порядка 65-71 дней.

Подсолнечник для произрастания выбирает теплые и солнечные места. В основном он встречается на полях, лугах, обочинах дорог и других открытых местах с хорошо освещенными участками. Необходимо заметить, что это растение не требует особого плодородия почв и может расти даже на обедненных почвогрунтах при соблюдении агротехнических мероприятий. Однако для успешного развития он оказывает предпочтение почвам с достаточным количеством влаги. В дикой природе подсолнечник может также встречаться в пустынях и степях.

Используемый подсолнечник сорта «Лакомка» имеет лист среднего размера, сердцевидной формы, зеленого цвета, пузырчатость отсутствует или очень слабая, пильчатость средняя, неправильная, форма поперечного сечения плоская. Язычковый цветок желтый, антоциановая окраска рыльца трубчатых цветков отсутствует или очень слабая. Корзинка большая, повернутая вниз, форма семенной стороны плоская. Растение высокое, ветвление отсутствует. Семянка овально-удлиненная, черная, полоски серые, краевые и боковые. Растение выровнено по цветению и созреванию, устойчив к заморозкам [Бородин].

Материалы и методы исследования. В лабораторных условиях семена подсолнечника выращивали в пластиковых контейнерах, в каждый контейнер закладывали 1 кг торфа кислотностью pH 4-5. Всего было сделано 8 контейнеров. В каждый нечетный контейнер добавлялась доломитовая мука для раскисления торфа, кислотность среды соответственно получилась pH =7. Эксперимент проводили на торфе, предварительно загрязненном нефтью. Процентное содержание нефти - 1%, 5% и 10%. Высевали в каждый контейнер по 5 семян подсолнечника на глубину 1-2 см, поверхностно были посеяны 30 семян кипрея. Влажность почвы поддерживали поливом воды pH 7-8.

В ходе исследований установлено, что непосредственный контакт семян подсолнечника с торфом, загрязненным нефтью, не приводит к снижению их всхожести и выживаемости при низких концентрациях.

Изучение всхожести семян подсолнечника сорта «Лакомка» в условиях нефтезагрязнения.

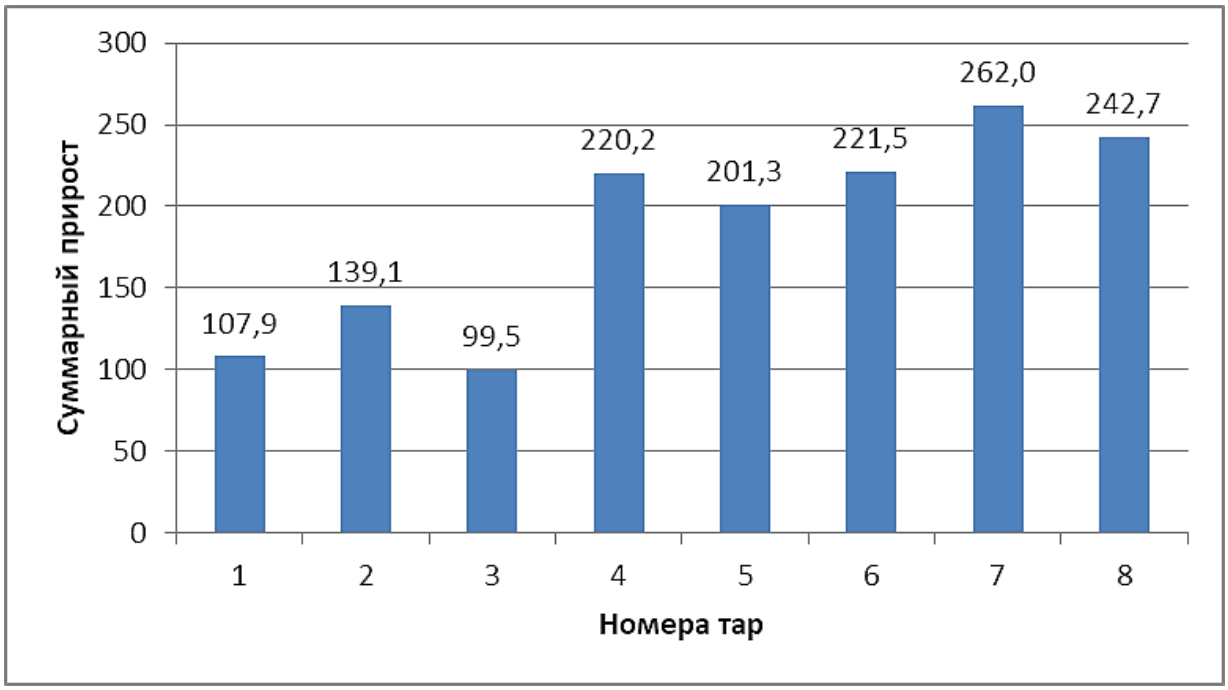


Рисунок 1 – График суммарного прироста подсолнечника сорта «Лакомка» в контейнерах, которые представлены в опыте

Анализ экспериментальных данных показал, что с ростом концентрации нефти в почве, в варианте с применением доломитовой муки, она не оказывает существенного влияния на всхожесть семян.

Концентрация нефти 5% и 10% существенного воздействия не оказала. Наименьшая всхожесть отмечена при 1 % содержании нефти в почве. Предполагаемое объяснение данной закономерности в том, что семенной материал был ненадлежащего качества.

Мы не рассматриваем подсолнечник сорта «Лакомка», как образец для получения урожая, а только для использования в фиторемидиации торфогрунта.

Подсчет выживших растений через месяц после посева, показывает, что действие нефти на выживаемость молодых растений существенно не оказывает.

В ходе проведения эксперимента мы наблюдаем быстрое развитие и углубление в торф корневой системы подсолнечника во всех образцах примерно 1,5 см в сутки. Это указывает на то, что в полевых условиях, которые являются более благоприятными для развития растений, т.к. у них есть доступ к более глубоким слоям почвы, они будут прорастать и развиваться.

Выводы

В ходе экспериментальной работы доказано, что изученный сорт сохраняет способность к росту в условия нефтезагрязнения торфогрунта до 10%.

Определена всхожесть семян подсолнечника в заданных условиях 67,5%. Данный показатель необходимо учитывать в условиях практического применения.

Из полученных данных по проведенным экспериментальным исследованиям сделан вывод, что подсолнечник сорта «Лакомка», по степени устойчивости к нефтяному загрязнению почвы, можно рекомендовать для фиторемедиации нефтезагрязненного почвогрунта.

Полученные данные, позволяют констатировать необходимость проведения дальнейшей экспериментальной работы, с целью определения показателя максимальной устойчивости выбранного сорта к нефтяным загрязнениям.

Библиографический список:

1. Бородин С.Г., Суровикин В. Н., Илатовский В. П., Децына А. А., Пигрова С.К. Подсолнечник Лакомка [Электронный ресурс]. - https://stroy-podskazka.ru/podsolnechnik/sorta/lakomka/#tab_specification (дата обращения: 05.03.25.)
2. Ежелев З.С. Свойства и режимы рекультивированных после разливов нефти почв Усинского района Республики Коми [Электронный ресурс]. - https://soil.msu.ru/attachments/article/2056/Ezhelev_disser.pdf (дата обращения: 10.03.25.)
3. Кожевников Н.В., Заушинцена А.В. Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель [Электронный ресурс]. - https://vestnik.astu.org/temp/02ea8735557809a708e8897f464ebb36.pdf (дата обращения: 07.03.25.)
4. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского университета. - 2007 - вып. 5(10) - с. 134-141.Текст: непосредственный.
5. Пляскина Н.И. Нефтегазовый комплекс России: минерально-сырьевая безопасность и проблемы недропользования [Электронный ресурс]. https://cyberleninka.ru/article/n/neftegazovyy-kompleks-rossii-mineralno-syrievaya-bezopasnost-i-problemy-nedropolzovaniya/viewer (дата обращения: 06.03.25.)
6. Тентюков М.Л. и др. Коми [Электронный ресурс]. - https://old.bigenc.ru/geography/text/5670612 (дата обращения: 15.03.25.)
7. Тутарашвили К.Г., Нефедьева Е.Э. Исследование устойчивости растений к нефтезагрязнениям в почве [Электронный ресурс]. - http://scipro.ru/conf/proceedings2_10122020.pdf#page=37 (дата обращения: 11.03.25.)

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абдулгалимов Н. Э. 492
Алефиров И. А. 73, 557
Алина Т. В. 605

Б

Бабинцева А. С. 453
Бабушкин П. П. 330
Байдукова М. А. 59
Басов А. А. 88
Батырев Д. И. 614
Башкатов В. А. 487
Безносиков Д. И. 119
Белкину И. А. 355
Близнюков В. Ю. 137
Богданов Н. П. 412, 425, 428
Бойчук З. В. 73
Борисова А. О. 230
Бурмистрова О. Н. 306, 311, 315, 318
Бурылов В. Е. 28

В

Вавринчук К. С. 444
Васильев Н. С. 19
Ведерников Д. А. 259
Видзон М. А. 303
Виноградов М. А. 278, 284
Витязева Г. В. 359
Власова Н. В. 526
Ворошнина К. И. 561

Г

Гаффанова Р.И. 158
Герберт Д. В. 270
Герчикова А. Е. 457
Голицын В. А. 293
Головина К. К. 516, 537
Гресюк А. Н. 211
Григорьева Т. А. 435
Григорьевых А. В. 230, 259, 276
Грунской Т. В. 355, 369

Д

Давыдова П. В. 578
Далидан Е. А. 457
Деменкова А. Р. 463
Демина М. Ю. 394
Дмитрова О. В. 526, 529
Долгодворов М. В. 557
Долина П. О. 588, 632
Дрожжин П. О. 405, 409
Дубовский Д. А. 179
Дудников В. Ю. 578
Дуркин В. В. 137, 192

Е

Екимов Д. А. 16
Ермолов О. С. 463, 516

Ж

Жакова О. А. 496
Жмаев И.А. 158

З

Заворохин В. И. 113, 416
Засовская М. А. 449
Зевеке О. Ю. 453

И

Ивенина И. В. 441
Игнатик А. А. 19
Ильин Д. М. 472, 552
Ильясов В. Х. 402

К

Каганяк Д. С. 290
Камашев Н. А. 435
Канакова Я. Э. 107
Капустин А. А. 318
Карманов Г. В. 425
Карпова И. А. 575
Каюков В. В. 460
Киселев И. И. 218
Климова Ю. И. 564, 568
Ковалев С. А. 185
Ковалёва С. М. 432, 596
Кожарин А. В. 50
Кожевникова П. В. 237, 248, 263, 270, 287
Коломинова М. В. 296, 303
Колпаков К. П. 218
Коновалов В. И. 338
Корнилова Е. Б. 237
Красавцев Н. А. 639
Крестовских Т. С. 487, 506
Кривов В. Е. 125
Кряжева Е. Ю. 572, 575
Ксёнз Т. Г. 164
Кузьбожев П.А. 13
Кузюрин М. А. 66
Кукольщиков Е. В. 192
Кусова Л. Г. 153

Л

Ладанов В. А. 425
Лазарева В. Г. 626
Лебедь А. Д. 416
Лембак В. Д. 276
Либрехт Д. А. 412
Литвинова М. С. 211
Лодыгина А. С. 311, 315
Лоленко А. А. 335
Любимов П. В. 399
Люосев В. В. 22
Лютоев А. А. 22, 59, 113

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

М

Майер Н. А. 361
Майер Ю. Ю. 361
Максименко А. Ф. 343
Мамедов Э. А. 248
Мамонтов А. Р. 32
Маринина А. А. 215
Мартаков И. С. 444
Матвеев В. И. 50, 55
Мачулина Н. Ю. 568, 605, 610
Мелентьев В. А. 55, 59
Миклина О. А. 179
Минашкина Л. А. 223
Мингазов Р. Р. 158
Михайлов В. И. 444
Мордвинов Ю. А. 306
Москаленко А. Е. 365
Мурахтанов К. С. 296

Н

Некрасов К. М. 98
Некучаев В. О. 39, 50, 416
Нигматуллин И. И. 287
Николаева Г. В. 596
Николаенко Е. П. 449
Новокрещенова И. Р. 610
Нор Е. В. 335, 359, 361, 382
Нурлан кызы А. 618

О

Олешкевич В. С. 523
Орехов А. Е. 141
Осадчая Г. Г. 618
Охапкина Д. М. 480
Очилов А. В. 402, 460

П

Павловская А. В. 480, 529, 537, 552
Паламодов Р. А. 98
Пиксаева Е. А. 438
Пильник Ю. Н. 101, 584, 588, 614, 632
Пименов М. К. 369
Пискайкина М. М. 432
Плюснина О. В. 523
Плющ З. В. 604
Подпругина К. А. 441
Полина И. Н. 365
Пономарева В. А. 496
Попов М. В. 511
Попова В. В. 584
Попова Р. И. 322
Поповцев К. В. 218
Потапова А. С. 73

Р

Райкова А. И. 101
Ракито О. Н. 98
Романовский Д. 208
Рочев К. В. 223, 243, 256, 511
Рочев С. А. 604

С

Савельев А. В. 147
Савельев Д. Ю. 174
Савин В. В. 32
Саврей Д. Ю. 137
Салчева С. С. 492
Саприн С. В. 564, 592
Свидукович Д. В. 463
Седова С. А. 516, 529
Семиткина Е. В. 28, 43, 66, 119
Сенина М. С. 636
Сердюк И. В. 349
Сивкова Е. Р. 32
Сидоренко С. А. 457
Слепнёв В. Н. 343
Слепухин М. К. 405, 409
Сметанкина А. А. 394
Смирнов Ю. Г. 208
Смирнова К. А. 43
Соловьев Е. С. 544
Сорокин А. Д. 639
Соходон Г. В. 322, 327
Стрекалова Я. И. 564, 568
Стрекаловская А. К. 16
Стругов И. С. 349
Стрюков П. В. 270
Суворов А. И. 243
Сурай А. А. 256
Сурай С. А. 199
Сягровец С. А. 428

Т

Тангриев М. У. 172
Телюк А. В. 480, 544
Терентьев А. В. 499
Терентьева М. В. 55, 82, 88, 107, 125
Терновый В. М. 132
Тесля Г. Д. 227
Титова А. И. 125
Тихонов Е. В. 153
Тоболина И. С. 82
Тюнева П. А. 263
Тюнькин А. Б. 39

У

Устинова И. В. 572
Устюгов В. А. 218

Ф

Федоров К. А. 592
Федосеенко Д. А. 506
Фомин Д. А. 179

Х

Харченко В. М. 338

Ч

Чабанов А. А. 604

Чемерис Д. А. 435, 626
Чемшикова Ю. М. 293, 300
Чернышов И. Н. 174, 327
Чипсанов Н. О. 412
Чупрова Е. Ю. 622

Ш

Шайдуллин Л. К. 141
Шамарин И. А. 203
Шамбулина В. Н. 405, 409
Шигапов Р.О. 13
Шилова С. В. 227, 330
Шонус Х. Х. 164
Шпаковский Д. В. 203, 215, 290

Щ

Щукин И. А. 66, 82

Ю

Юра Р. Н. 382
Юркина Е. В. 622
Юрков А. Е 330

Я

Яремчук А. А. 300