

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

## **Проект производства работ**

Методические указания по выполнению курсового проекта

## Содержание

Введение.....	4
Состав курсового проекта .....	7
Графическая часть.....	7
Расчетно-пояснительная записка.....	7
Календарное планирование строительного производства.....	9
Введение.....	9
Общие положения .....	10
Последовательность разработки календарного плана .....	11
Анализ архитектурно-планировочных решений возводимого объекта .....	12
Определение номенклатуры строительно-монтажных работ .....	12
Определение объемов строительно-монтажных работ.....	12
Выбор методов производства основных видов строительно-монтажных работ..	13
Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и затрат машинного времени основных строительных машин.....	14
Определение продолжительности выполнения строительно-монтажных работ .....	16
Назначение технологической последовательности строительно-монтажных работ .....	18
Составление календарного плана .....	20
Определение технико-экономических показателей календарного плана.....	24
Приложения .....	26
Планирование строительного производства на основе сетевых графиков.....	31
Введение.....	31
Основные понятия и элементы сетевого графика .....	35
Правила построения модели сетевого графика.....	39
Пример построения модели (топологии) сетевого графика .....	42
Параметры сетевого графика .....	45
Ранние сроки выполнения работ .....	47
Поздние сроки выполнения работ .....	48

Резервы времени работ .....	49
Расчет параметров сетевого графика .....	50
Расчет параметров сетевого графика в табличной форме .....	50
Расчет параметров сетевого графика непосредственно на сети .....	57
Строительные генеральные планы .....	62
Введение .....	62
Общие положения .....	62
Определение потребности во временных зданиях .....	74
Проектирование приобъектных складов строительных материалов и конструкций .....	79
Расчет площадей приобъектных складов .....	81
Проектирование временного электроснабжения строительной площадки .....	83
Проектирование временного водоснабжения .....	90

## Введение

Настоящие методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по междисциплинарному курсу МДК.01.02 «Проект производства работ» в составе профессионального модуля ПМ.01 «Участие в проектировании зданий и сооружений» на тему «Проект производства работ строительства гражданского здания» для преподавателей и обучающихся специальности 08.02.01 "Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» всех форм обучения и освоения соответствующих профессиональных компетенций.

Данный курсовой проект завершает курсовое проектирование и ориентирован на получение обучающимся, в рамках освоения профессионального модуля, практического опыта, умений и знаний для решения комплексных задач, связанных с его сферой будущей профессиональной деятельности.

Основным назначением курсового проекта является формирование у студентов общих (ОК) и профессиональных компетенций (ПК):

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.4.	Участвовать в разработке проекта производства работ с применением информационных технологий.
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 3	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на

	государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 7.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 9.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Наряду с формированием у обучающихся общих и профессиональных компетенций работа над курсовым проектом направлена на решение следующих задач:

- закрепление теоретического материала по теме «Организация строительного производства»;
- отработка практических навыков технологического проектирования и работы с нормативной литературой;
- подготовка к дипломному проектированию.

При выполнении этого курсового проекта, помимо технологии и организации выполнения основных строительно-монтажных процессов, студенты должны достаточно чётко представлять себе традиционные и новые строительные материалы, конструктивные элементы зданий и их взаимосвязь, свойства строительных конструкций и грунтов, строительную технику, знать основы безопасности жизнедеятельности и экологии, охрану труда и технику безопасности при выполнении строительных работ, критерии контроля качества. Подготовительной базой для выполнения проекта являются практические работы, выполняемые по данной дисциплине.

Следует отметить, что разработка календарных планов, сетевых графиков и строительных генеральных планов является творческой работой.

Создание типовых решений в этом случае невозможно из-за разнообразия зданий, многовариантности технологических решений, различных условий, способов организации строительства. Однако в ходе проектирования непременно следует учитывать как требования действующих нормативов, так и правила технологического проектирования, изученные в процессе освоения дисциплины.

Оформление чертежей и пояснительной записки должно соответствовать требованиям ГОСТов ЕСКД. Текстовую часть пояснительной записки следует выполнять с использованием компьютерных технологий. Сокращения в тексте не допускаются.

## **Состав курсового проекта**

Темой курсового проекта является разработка основных документов проекта производства работ (ППР) по возведению гражданского здания.

Проект состоит из графической части и расчетно-пояснительной записки.

### **Графическая часть**

Лист № 1 - календарный план, графики движения рабочих кадров по объекту, выполняемые на листе формата А1;

Лист № 2 - строительный генеральный план (М 1:200; 1:500), выполняемый на листе формата А2;

### **Расчетно-пояснительная записка**

Подсчет объемов строительно-монтажных работ

- 1.1 Сводная ведомость объемов СМР;
- 1.2 Определение объемов земляных работ (Приложение № 1);
- 1.3 Определение объемов каменных работ (Приложение № 2);
- 1.4 Определение объемов работ по заполнению проемов (Приложение № 3);

Календарный план производства работ

- 2.1 Ведомость подсчета трудозатрат и затрат машинного времени;
- 2.2 Определение трудоемкости специальных работ;
- 2.3 Указания по производству основных видов строительно-монтажных работ;
- 2.4 Указания по технике безопасности при производстве основных видов строительно-монтажных работ;
- 2.5 Техничко-экономические показатели;
- 3. Стройгенплан

3.1 Определение потребности во временных зданиях и сооружениях;

3.2 Расчет площадей приобъектных складов;

3.3 Расчет временного электроснабжения;

3.4 Расчет временного водоснабжения;

3.5 Техничко-экономические показатели;

4. Список литературы и нормативных документов, использованных при работе над курсовым проектом

**Примечание:** Общий объем пояснительной записки – 30 - 35 страниц, форма и содержание всех разделов курсового проекта должны соответствовать действующим нормативным документам, руководствам и инструкциям.

Пояснительная записка должна быть сброшюрована, иметь титульный лист и лист содержания.

Текст выполняется на компьютере шрифтом 14 Times New Roman с одинарным интервалом, красной строкой и выравниванием по двум сторонам.



# **Календарное планирование строительного производства**

## **Введение**

Календарный план строительства является важнейшей составной частью проекта производства (ППР) и разрабатывается на основании строительных норм и правил (СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»), которые устанавливают общие требования к организации строительного производства при строительстве новых, а также расширении и реконструкции действующих объектов всех отраслей народного хозяйства.

Календарным планом строительства называется документ, определяющий общую продолжительность строительства объекта, технологическую последовательность и сроки выполнения отдельных строительно-монтажных работ, а также календарную потребность во всех видах ресурсов (трудовых, материальных, технических и энергетических).

Данные методические указания содержат основные теоретические сведения по разработке календарных планов, а также необходимые справочные и нормативные материалы, с помощью которых студенты специальности 2902 получают возможность самостоятельно работать над соответствующим разделом курсового или дипломного проекта.

## **Общие положения**

Проектирование организации строительного производства заключается в разработке организационных, технических и технологических решений направленных на достижение конечного результата – ввода в действие объекта строительства с необходимым качеством и в установленные сроки. Эти решения оформляются в виде комплекта документов под общим названием - Проект производства работ (ППР).

Темой курсового проекта по дисциплине "Технология и организация строительного производства", а также организационно-строительного раздела дипломного проекта у студентов специальности 2909 является разработка основных документов Проекта производства работ (ППР) по возведению проектируемого здания.

Одним из главных документов, входящих в состав Проекта производства работ (ППР), является Календарный план строительства проектируемого здания.

Календарным планом строительства называется документ, определяющий общую продолжительность строительства объекта, технологическую последовательность и сроки выполнения отдельных строительно-монтажных работ, а также календарную потребность во всех видах ресурсов (трудовых, материальных, технических и энергетических).

При разработке календарных планов строительства объектов необходимо исходить из принципов правильной организации строительно-монтажных работ.

В календарном плане должно быть предусмотрено выполнение всех работ, начиная с освоения строительной площадки (работы подготовительного периода), всех общестроительных и специальных работ, а также работ по благоустройству прилегающей территории и сдачи объекта в эксплуатацию.

Продолжительность возведения объекта не должна превышать нормативную, установленную СНиП 1.04.03-85\*.

Исходными данными для составления календарного плана в составе курсового проекта по дисциплине "Технология и организация строительного производства" являются архитектурно-планировочные решения и данные об условиях ведения строительства, оговоренные в задании на курсовое проектирование.

Исходными данными для составления календарного плана в составе дипломного проекта являются архитектурно-строительный раздел дипломного проекта и данные об условиях ведения строительства, оговоренные в задании на дипломное проектирование.

### **Последовательность разработки календарного плана**

Календарный план строительства отдельного объекта рекомендуется разрабатывать в следующей последовательности:

1. Анализ архитектурно-планировочных решений возводимого объекта с целью выбора рациональных методов ведения основных строительно-монтажных работ;
2. Составление перечня (номенклатуры) строительно-монтажных работ, подлежащих включению в состав календарного плана;
3. Определение объемов строительно-монтажных работ;
4. Выбор методов производства строительно-монтажных работ и основных строительных машин и механизмов;
5. Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и затрат машинного времени основных строительных машин;
6. Определение продолжительности выполнения строительно-монтажных работ;
7. Назначение технологической последовательности строительно-монтажных работ с выявлением возможности совмещения их во времени;

8. Составление календарного плана;
9. Определение технико-экономических показателей календарного плана;

### **Анализ архитектурно-планировочных решений возводимого объекта**

Анализ архитектурно-планировочных решений возводимого объекта заключается в изучении особенностей конструктивной схемы и отдельных конструктивных элементов объекта для обоснованного выбора эффективных методов производства с учетом тех технических средств и возможностей, которыми располагает строительно-монтажная организация.

На основе данного анализа устанавливается перечень (номенклатура) строительно-монтажных работ, принимаются решения о степени укрупнения сборных конструкций для более эффективного использования монтажного оборудования, а также производится членение объекта на захватки и ярусы, выбор методов производства строительно-монтажных работ, комплектование бригад и т. д.

### **Определение номенклатуры строительно-монтажных работ**

После анализа архитектурно-планировочных решений возводимого объекта приступают к составлению номенклатуры строительно-монтажных работ, которые должны быть включены в календарный план строительства объекта. Степень детализации работ должна соответствовать указаниям ГЭСН-2001.

При составлении календарного плана работы, выполняемые одной бригадой и в одно и то же время, рекомендуется объединять.

### **Определение объемов строительно-монтажных работ**

Объемы строительно-монтажных работ определяют по рабочим чертежам здания, в тех же единицах измерения, в которых даются нормы расходования ресурсов.

Подсчет объемов каждого из видов строительно-монтажных работ производится отдельно в соответствии с действующими правилами исчисления объемов СМР, приведенных в технической части действующих норм расходования ресурсов.

Результаты подсчета объемов строительно-монтажных работ заносятся в сводную ведомость объемов строительно-монтажных работ (Таблица №1). Формы ведомостей, в которых рекомендуется производить расчеты по определению объемов СМР, приводятся в конце данных методических указаний.

### **Сводная ведомость объемов строительно-монтажных работ**

Таблица 1

№ п.п.	Наименование работ	Объем		Примечания
		Ед. изм.	Кол-во	
1	2	3	4	5
<u>I. Земляные работы</u>				
1	Разработка грунта I группы в котловане экскаватором с обратной лопатой и емкостью ковша $V = 0,65 \text{ м}^3$ с погрузкой в автотранспорт.	100 м <sup>3</sup>	14,23	См. приложение №1
2	Тоже с отсыпкой в отвал.	100 м <sup>3</sup>	2,31	См. приложение №1

### **Выбор методов производства основных видов строительно-монтажных работ**

При выборе методов производства строительно-монтажных работ необходимо стремиться к наибольшему их охвату комплексной механизацией. Применение ручных, немеханизированных методов допустимо только в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно применять высокопроизводительные строительные машины или механизмы, но и в этом случае следует предусматривать использование ручного

электрифицированного инструмента, средств малой механизации строительных процессов и передовых методов труда.

Выбор методов производства строительно-монтажных работ и строительных машин рекомендуется производить на основании решений, принятых в действующих типовых технологических картах и картах трудовых процессов, а также в соответствующей справочной литературе.

### **Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и затрат машинного времени основных строительных машин**

Трудоемкость отдельных видов строительно-монтажных работ и потребность в машинном времени основных строительных машин и механизмов для календарного плана следует определять по нормам, приведенным в соответствующих сборниках Единых норм и расценок (ЕНиР). Для определения трудоемкости работ, состоящих из значительного количества процессов и операций, рекомендуется использовать укрупненные нормы Государственных элементных строительных норм (ГЭСН-2001). Расчеты по определению трудозатрат на эти виды работ производятся в табличной форме (Таблица №2 ).

### **Ведомость подсчета трудозатрат и затрат машинного времени**

Таблица 2

№ п.п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование норм	Н. вр. на ед. изм. чел.-час	Трудоемкость на весь объем		Потребность в машинном времени		
		Ед. изм.	Кол-во			чел.-час	чел.-дн.	ед. изм. маш.-час	маш.-час	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>I. Земляные работы</b>										
1	Разработка грунта I группы в котловане экскаватором с "обратной лопатой" и емкостью	100 м³	14,23	ЕНиР сб.2 в.1 §Е2-1-11						

	ковша 0,65 м <sup>3</sup> с погрузкой в автотранспорт.									
2	Тоже с отсыпкой в отвал.	100 м <sup>3</sup>	2,31	§E2-1-11						

Трудоемкость подготовительных работ, прочих (неучтенных) работ, работ по благоустройству прилегающих территорий, а также работ по сдаче объекта в эксплуатацию определяется в процентном отношении от трудозатрат на общестроительные работы (5%, 10%, 3% и 1% соответственно).

Трудоемкость внутренних санитарно-технических работ (монтаж систем водопровода и канализации, отопления и вентиляции), электромонтажных работ, газификации и монтажа технологического оборудования принимается по укрупненным показателям (Таблица №3).

### Укрупненные нормы затрат труда на специальные работы

Таблица 3

№ п.п.	Наименование работ	Укрупненные нормы затрат труда в чел.-часах на 100 м <sup>3</sup> строительного объема здания			
		жилые	гражданские	промышлен- ные	сельско- хозяйствен- ные
1	Водопровод и канализация	14	10	8	4
2	Отопление и вентиляция	15	15	8	4
3	Электроснабжение	10	10	15	8
4	Газоснабжение	4	3	1	-
5	Слаботочные сети и устройства	4	4	1	0,5
6	Технологическое оборудование	-	-	8	6

Строительный объем здания с чердачным перекрытием определяется умножением площади горизонтального сечения по внешнему периметру выше цоколя на высоту здания. Высота здания измеряется от уровня чистого пола первого этажа до верха чердачного перекрытия.

Строительный объем здания без чердачного перекрытия определяют умножением площади вертикального поперечного сечения на длину здания на уровне первого этажа, выше цоколя. Площадь вертикального поперечного сечения определяют по наружным поверхностям стен, верхнему очертанию кровли и уровню чистого пола первого этажа.

### **Определение продолжительности выполнения строительно-монтажных работ**

Календарный план состоит из двух частей: расчетной и календарной.

В расчетной части календарного плана (Таблица №4) производится назначение численного состава бригад, определяется продолжительность строительно-монтажных работ и их планируемая трудоемкость.

Разработку расчетной части календарного плана начинают с заполнения колонок 2, 3, 4, 5, 7, 8, и 10 исходными данными, к которым относятся объемы и трудоемкость строительно-монтажных работ, потребность в строительных машинах и механизмах.

Затем назначается количество рабочих в смену и сменность для всех видов строительно-монтажных и специальных работ, т.е. заполняются колонки 9 и 10.

Таблица 4

№ п.п	Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость на весь объем чел.-дн.		Потребность в машинах		Сменность	Кол-во рабочих в смену	Продолжи-ть
		Ед. изм.	Кол-во	Норма т.	Плани р.	Наименование	маш.-см			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Подготовительные работы	%	5	89,2	88,0			1	8	11
2	Разработка в котловане экскаватором "обратная лопата" и емкостью ковша 0,65 м³	100 м³	14,23							



Для обоснованного назначения численного состава бригад желательно иметь сведения о кадровом составе строительной организации. При проектировании курсового проекта, когда сведения о возможностях строительной организации получить затруднительно, рекомендуется назначать численный состав общестроительных и специализированных бригад в пределах от 15 до 30 человек, а комплексных в пределах от 20 до 50 человек.

Работу всех основных строительных машин и монтажных кранов нужно планировать не менее чем в две смены. Выполнение работ, где преобладают ручные процессы, следует планировать в одну или в две смены в зависимости от объема и фронта работ.

При назначении численного состава рабочих для выполнения работ, где преобладают механизированные процессы, следует руководствоваться указаниями Единых норм и расценок (ЕНиР) о рекомендуемых составах звеньев.

При составлении календарного плана работы и процессы, которые возможно выполнять одной бригадой и без перерывов во времени, рекомендуется объединять.

Следующим этапом разработки расчетной части календарного плана является определение продолжительности работ, для чего нормативная трудоемкость (значение колонки 5) делится на численный состав бригады (значение колонки 10), а также на показатель сменности (значение колонки 9), если работы ведутся в две или три смены. Полученное значение продолжительности работ округляется, обычно в меньшую сторону, и заносится в колонку 11.

Заканчивается разработка расчетной части определением планируемой трудоемкости работ. Планируемой трудоемкостью называется суммарное время всех исполнителей, которое отводится им для выполнения

определенного объема работ. Планируемая трудоемкость определяется как произведение значений колонок 9, 10 и 11.

После окончания разработки расчетной части календарного плана определяются общие нормативная и планируемая трудоемкости, а также суммарная продолжительность всех видов строительных и специальных работ, т. е. подбиваются итоги колонок 5, 6 и 11.

При проектировании календарного плана необходимо планировать уровень производительности труда не менее 100%, это означает то, что планируемая трудоемкость не должна превышать нормативную.

Однако следует иметь в виду, что при планировании уровня производительности труда более 110% проект производства работ должен содержать конкретные указания о тех мероприятиях (организационных, технических или технологических), которые позволят обеспечить такой рост производительности труда.

### **Назначение технологической последовательности строительно-монтажных работ**

При выполнении отдельных видов строительно-монтажных работ на объекте должны строго соблюдаться все технические условия. Поэтому планировать выполнение этих работ при составлении календарных планов необходимо в определенной технологической последовательности:

- обратную засыпку пазух в зданиях с подвальным этажом (т. е. при наличии котлованов) следует выполнять после устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов и монтажа перекрытий; при производстве работ в траншеях засыпку пазух выполнять после устройства фундаментов;

- монтаж сборных конструкций, установку оконных и дверных блоков и других сборных элементов следует выполнять по возможности параллельно с кладкой наружных и внутренних стен;

- монтаж элементов каркасного, или бескаркасного, крупнопанельного здания необходимо вести в последовательности, обеспечивающей пространственную жесткость и устойчивость конструкций;
- устройство кровли необходимо начинать сразу же после устройства коробки здания, чтобы создавался фронт для выполнения отделочных и других работ;
- засыпка перекрытий в зданиях с чердачными помещениями производится после устройства кровли;
- работы по остеклению проемов желательно планировать в два приема: наружное остекление - до штукатурных работ (вместо стекла для временного остекления можно использовать полиэтиленовую пленку), внутреннее остекление - перед малярными работами;
- установку дверных блоков необходимо завершить до штукатурных работ;
- штукатурить стены разрешается только при наличии двух междуэтажных перекрытий над помещениями, где ведутся работы, а штукатурку потолков следует выполнять только после устройства кровли;
- малярные работы ведутся после штукатурных работ по просохшей поверхности и при наличии кровли;
- устройство полов (дощатых, цементных, мозаичных, плиточных) желательно планировать после штукатурных работ, или параллельно с ними, но при наличии достаточного фронта работ (интервала); настилка паркетных полов производится после штукатурных работ, а циклевку этих полов и устройство линолеумных полов необходимо выполнять после малярных работ;
- устраивать отмостку следует в период нулевого цикла, или уже после устройства кровли и наружной штукатурки;

- специальные работы (электротехнические, сантехнические и др.) следует разделить на устройство вводов, которые следует выполнить в период производства работ нулевого цикла, и на монтаж внутренних сетей водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, электроснабжения, газоснабжения и других, который необходимо завершить до штукатурных работ; установка осветительной арматуры осуществляется после малярных работ.

### **Составление календарного плана**

При составлении календарного плана необходимо обеспечить соблюдение:

- нормативной продолжительности строительства объекта (по СНиП 1.04.03-85\*);
- технологической последовательности выполнения строительно-монтажных работ;
- совмещения во времени выполнения различных видов строительно-монтажных работ;
- равномерность потребления трудовых, материальных и технических ресурсов;
- правил техники безопасности и охраны труда;

Под составлением календарного плана подразумевается разработка его календарной части или, другими словами, линейного графика производства строительно-монтажных работ. Форма календарной части приводится в таблице №5.

В календарной части все строительно-монтажные работы изображаются в виде линий (отрезков), длина которых соответствует продолжительности этих работ в принятом масштабе времени. Работы в две смены изображаются двойными линиями (верхняя соответствует первой смене, а нижняя – второй).

Технологическая последовательность, а также степень возможного совмещения строительно-монтажных работ определяется и закрепляется, в соответствии с рекомендациями изложенными выше, взаимным расположением отрезков, символизирующих соответствующие работы. Над каждым отрезком указывается продолжительность соответствующей работы и, в скобках, численный состав бригады, занятой выполнением этой работы.

При проектировании календарных планов нужно стремиться к тому, чтобы потребление всех ресурсов, трудовых в том числе, было как можно более равномерно распределено по времени. В этом случае достигается ритмичность выполнения строительно-монтажных работ, что, в свою очередь, является условием повышения производительности труда и сокращения сроков строительства.

Календарная потребность в трудовых ресурсах задается графиком движения рабочих, который разрабатывается после составления линейного графика производства строительно-монтажных работ календарного плана и размещается под ним.

График движения рабочих принято строить в форме эпюры, для чего суммарное количество рабочих за каждый день откладывается в соответствующем масштабе (например, 1 мм соответствует одному человеку) по вертикали и соединяется линией по горизонтали.

Равномерность потребления трудовых ресурсов оценивается с помощью коэффициента неравномерности движения рабочих ( $\alpha$ ).

Коэффициент неравномерности движения рабочих ( $\alpha$ ) определяется по формуле:

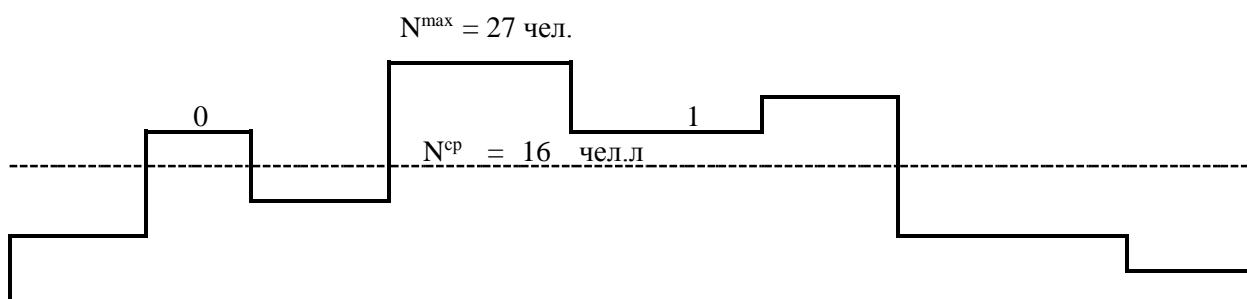
$$\alpha = \frac{N^{\max}}{N^{cp}}, \text{ где}$$

$N^{\max}$  - максимальное количество рабочих в день, определяется по графику движения рабочих;

$N^{\text{ср}}$  - среднее количество рабочих в день;

Таблица 5

Г о д																										
М е с я ц ы																										
К а л е н д р н ы е д н и																										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	5	(8)																								
						9	(12)																			
												11	(15)													
													4	(6)												
																			8	(9)						
																								3	(8)	



Среднее количество рабочих в день определяется по формуле:

$$N^{cp} = \frac{Q^n}{T}, \text{ где}$$

$Q^n$  - планируемая трудоемкость всех работ по календарному плану, чел.-дн;

$T$  - продолжительность строительства объекта по календарному плану, дн;

$$\alpha \leq 1,7$$

Если потребление трудовых ресурсов оказалось недостаточно равномерным, т.е. если  $\alpha > 1,7$ , то календарный план подлежит оптимизации, что достигается изменением сроков выполнения отдельных видов работ или количества рабочих, занятых выполнением этих работ.

### Определение технико-экономических показателей календарного плана

Оценка качества разработки календарно плана производится с помощью технико-экономических показателей, которые приводятся в таблице №6.

#### Технико-экономические показатели

Таблица 6

№ п.п.	Наименование показатели	Ед. изм.	Количество	
			Нормат.	Планир.
1	Продолжительность в рабочих днях	дни	27,8	27
2	Продолжительность в календарных днях	дни	38,0	37
3	Трудоемкость	чел.- дн.	445,2	433,0
4	Удельная трудоемкость	<u>чел.-</u> <u>дн.</u> м <sup>3</sup>	0,15	0,14
5	Коэффициент неравномерности движения рабочих	$\alpha$	1 – 1.7	1,68
6	Коэффициент совмещенности работ	$k_{св}$	2 - 5	1,48
7	Коэффициент сменности	$k_{см}$	1 - 3	1,22
8	Коэффициент продолжительности строительства объекта	$k_t$	0.6 – 0.9	0,97
9	Уровень производительности труда	%	100	102,8



Планируемая продолжительность строительства, определенная по календарному плану, не должна превышать нормативной продолжительности строительства, которая предварительно определяется по СНиП 1.04.03-85\* "Нормы продолжительности строительства зданий и сооружений".

Нормативная и планируемая трудоемкость строительства объекта принимается по итогам колонок 5 и 6 соответственно.

Удельная трудоемкость показывает затраты труда, которые приходится на 1 кубический метр строительного объема здания.

Коэффициент совмещенности работ оценивает сокращение сроков строительства за счет совмещения строительных работ во времени и определяется делением суммарной продолжительности всех строительномонтажных и специальных работ на планируемую продолжительность строительства объекта.

Коэффициент сменности определяется по формуле:

$$k_{см} = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{\sum t}, \text{ где}$$

$n_n$  - показатель сменности n-й работы;

$t_n$  - продолжительность n-й работы;

$\sum t$  - суммарная продолжительность всех строительных и специальных работ;

Коэффициент продолжительности определяется как отношение планируемой продолжительности строительства объекта к нормативной.

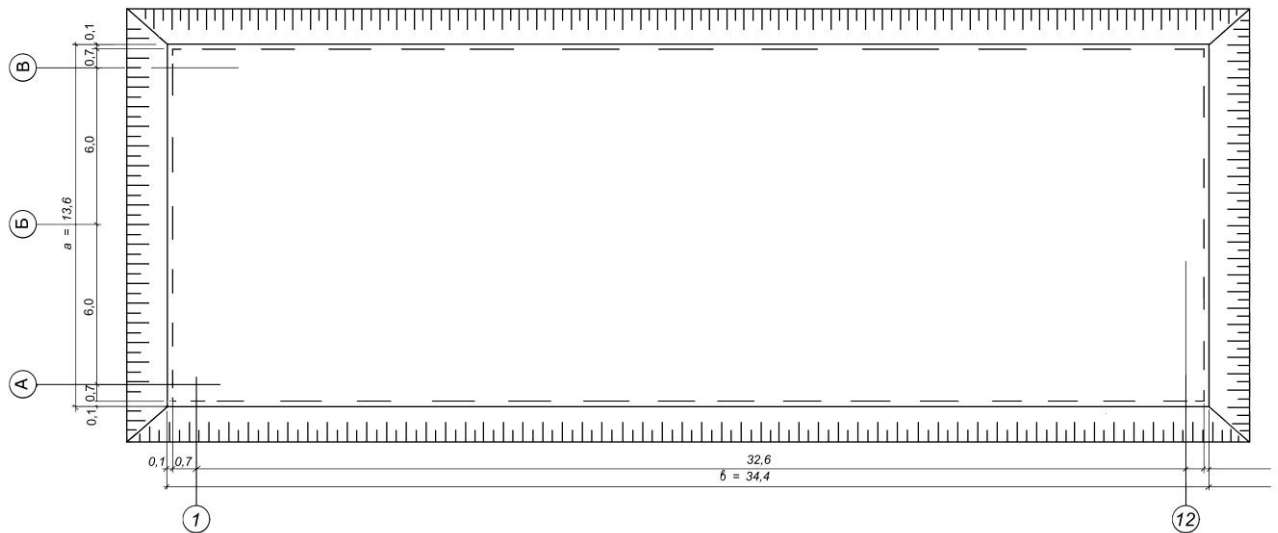
Уровень производительности труда определяется отношением нормативной трудоемкости всех работ к планируемой.

## Приложения

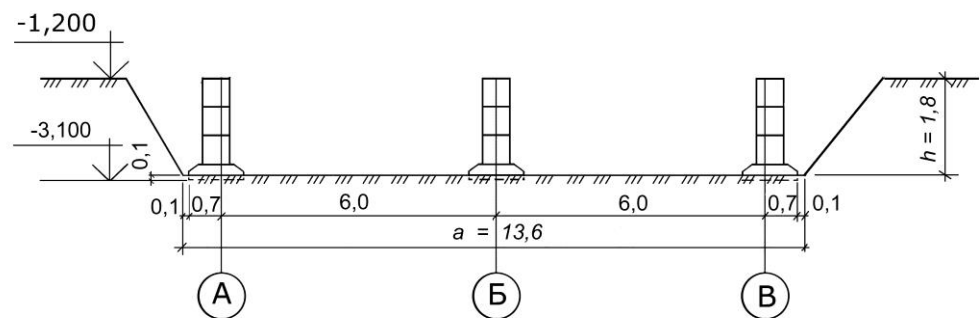
### Приложение № 1

#### Подсчет объемов земляных работ

План котлована



Разрез 1 – 1



Объем котлована

$$V_{\kappa} = \frac{a \times b + (a + 2mh) \times (b + 2mh)}{2} \times h, \quad \text{где}$$

$a$  - ширина котлована по дну, м

$b$  - длина котлована по дну, м

$h$  - глубина котлована, м

$m$  - коэффициент крутизны откосов земляных сооружений по СНиП 12-04-2002 (см. приложение № 5), для супеси, при глубине до 3 м,  $m = 0,67$ ;

$$V_{\kappa} = \frac{13,6 \times 34,4 + (13,6 + 2 \times 0,67 \times 1,8) \times (34,4 + 2 \times 0,67 \times 1,8)}{2} \times 1,8 = 951,0 \text{ м}^3$$

Определение объемов земляных работ при

- разработке грунта экскаватором в котловане с погрузкой его в транспортные средства

$$V_{\text{тр.ср.}} = V_{\text{ф}} + V_{\text{п}}, \text{ где}$$

$V_{\text{ф}}$  - объем фундаментов;

$V_{\text{п}}$  - объем подвальной части здания, расположенной ниже уровня поверхности земли;

- разработке грунта экскаватором в котловане с отсыпкой его в отвал

$$V_{\text{отв}} = V_{\kappa} - V_{\text{тр.ср.}};$$

- зачистке дна котлована вручную (принимается в количестве 3% от объема грунта разрабатываемого экскаватором):

$$V_{\text{руч}} = 0,03 \times V_{\kappa};$$

- обратной засыпке пазух фундаментов механизированным способом (принимается в количестве 95% от объема грунта оставленного в отвале):

$$V_{\text{о.з.}}^{\text{м}} = 0,95 \times V_{\text{отв}};$$

- обратной засыпке пазух фундаментов вручную с трамбованием (принимается в количестве 5% от объема грунта оставленного в отвале):

$$V_{o.з.}^p = 0,05 \times V_{отв.} ;$$

- послойном уплотнении грунта в пазухах фундаментов:

$$V_{упл.} = V_{o.з.}^m ;$$

## Приложение № 2

### Ведомость подсчета объемов работ по кирпичной кладке

Таблица 7

№ п. п.	Наименование стены	Длина, м	Высота, м	Площадь стены м <sup>2</sup>	Количество и площадь проемов, м <sup>2</sup>	Площадь стены без проемов, м <sup>2</sup>	Толщина стены м	Объем кладки, м <sup>3</sup>
1	А - А	24,0	3,0	72,0	4 х ОР 15 -13,5 4 х 2,025 = 8,1 м <sup>2</sup>	63,9	0,64	40,9

## Приложение № 3

### Ведомость монтажных элементов

Таблица 8

№ п. п.	Наименование элемента	Марка	Кол-во	Параметры элемента				Объем всех элементов, м <sup>3</sup>	Масса всех элементов, т	Схема элемента
				Объем, м <sup>3</sup>	Масса, т	Длина, м	Пло- щадь, м <sup>2</sup>			


#### Приложение № 4

### Ведомость подсчета объемов работ по заполнению и окраске проемов

Таблица 9

№ п. п.	Тип заполнения проема	Кол-во	Параметры элемента			Объем работ		
			Высота, м	Ширина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Площадь, м <sup>2</sup>	Коэфф. окрашен. поверхн.	Площадь действительной окраски, м <sup>2</sup>
1	ОР 15 -13,5	10	1,5	1,35	2,025	20,25	2,8	56,7

#### Приложение № 5

### Допустимые недоборы грунта, в основании котлованов и траншей при разработке их одноковшовыми экскаваторами, см

Таблица 10

Рабочее	Объем ковша, м <sup>3</sup>				
оборудование	0,25...0,4	0,5...0,65	0,8...1,25	1,5...2,5	3...5
Прямая лопата	4	10	10	15	20
Обратная лопата	10	15	20	—	—
Драглайн	15	20	20	30	30

Недоборы грунта при выполнении земляных работ одноковшовыми экскаваторами не должны превышать значений, приведенных в таблице.

При применении экскаваторов-планировщиков, экскаваторов с гидроприводом или обычного типа с ковшами, имеющими прямую

режущую кромку, указанные в таблице недоборы могут быть уменьшены в 2 раза.

## Приложение № 6

### **Производство работ в выемках с откосами без креплений допускается при глубине выемки и крутизне откосов, указанных в таблице (по СНиП 12-04-2002)**

Таблица 11

№ п. п.	Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
		1,5	3,0	5,0
1	Насыпные неслежавшиеся	1 : 0,67	1 : 1	1 : 1,25
2	Песчаные	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1
3	Супесь	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
4	Суглинок	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75
5	Глина	1 : 0	1 : 0,25	1 : 0,5
6	Лессовые	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,5

#### Примечания

1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса.
2. К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет для песчаных; до пяти лет - для пылевато-глинистых грунтов.

# **Планирование строительного производства на основе сетевых графиков**

## **Введение**

Всякое управление предполагает наличие трех элементов:

- 1) объекта управления (управляемой системы);
- 2) окружающей среды;
- 3) системы или устройств, воздействующих на объект управления (управляющей системы).

Под управляемой системой следует понимать комплекс взаимосвязанных элементов, выполняющих отдельные функции в интересах достижения единой конечной цели.

Управляемая система постоянно испытывает влияние внешних воздействий, создающих положение некоторой неопределенности. Эта неопределенность обусловлена наличием множества случайных факторов, влияющих на систему (непредвиденные обстоятельства, помехи разного рода).

Под влиянием внешних воздействий изменяются параметры управляемой системы, в результате чего достижение намеченной цели может затрудниться. Управление призвано поддерживать установленный рациональный режим и ритм работы, направлять систему на правильный, возможно новый, отличный от первоначального, путь, обеспечивая слаженную и бесперебойную работу всех ее звеньев.

Эффективность действия управляющей системы в значительной степени определяется постановкой службы информации, основанной на современных математических методах и вычислительной технике. В общей системе управления ведущая роль должна отводиться рациональной организации потоков информации с использованием при этом в необходимых случаях механизации и автоматизации процессов, связанных со сбором и обработкой информации.

В любой управляющей системе можно выделить следующие процессы: измерение и передача информации о состоянии объекта управления; преобразование информации в форму, наиболее удобную для последующего использования; передача и исполнение команд управления.

Процесс управления значительно облегчается, если управляемую систему представить в виде модели. Под моделью следует понимать план разработки, составленный таким образом, чтобы он отражал весь ход событий по достижению конечной цели при заданных условиях. Составленная модель должна быть адекватна моделируемой системе, т. е. наиболее полно отражать ее состояние и все последующие изменения. Правильное построение модели считается одной из наиболее трудных задач моделирования. Широкое распространение при построении моделей управляемых систем получили графические методы, как наиболее универсальные и дающие обозримую информацию о ходе работ.

Длительное время в качестве таких моделей служили линейные календарные планы, или ленточные диаграммы Ганта. На таких графиках горизонтальными отрезками показаны последовательность и сроки выполнения соответствующих процессов с указанием объема работ и числа исполнителей.

Разновидностью линейных графиков являются циклограммы, на которых производственные процессы представлены в виде наклонных линий, вычерченных в системе координат.

Существенным недостатком традиционных календарных графиков и циклограмм является их неспособность в полной мере отражать взаимосвязи отдельных операций, число которых неизмеримо возросло в современных сложных системах.

Сугубо статический подход к составлению линейных календарных планов приводит к тому, что заложенные в них те или иные организационные и технические решения принимают застывшую форму и вскоре после начала



реализации разработки перестают отражать фактическое состояние дела; график теряет свое практическое значение и становится нереальным.

Недостаточная гибкость линейной модели, трудность ее корректировки при изменившихся условиях, ограниченные возможности прогнозирования дальнейшего хода работ явились факторами, снижающими эффективность процесса управления.

Линейные модели, кроме того, не отражают той неопределенности, которая бывает присуща многим разработкам. В таких разработках состав работ и сроки их выполнения, как правило, назначаются заранее, хотя в действительности предугадать их невозможно, так как эти работы ранее не выполнялись. В результате становится неизбежной последующая многократная корректировка модели, сопровождающаяся большими трудностями и затратами времени.

В связи с этим перед наукой встала задача создать такую модель, которая позволяла бы с большим эффектом осуществлять планирование, координацию, контроль и собственно управление процессом создания сложных систем. В результате были созданы сетевые модели, свободные от указанных выше недостатков и легко поддающиеся обработке на ЭВМ.

Практическое использование сетевых моделей началось в США с середины 50-х годов разработкой системы CPM (Critical Path Method) и системы PERT (Program evolution and review technique), что в переводе означает «метод критического пути» и «техника обзора и оценки программ». Система ПЕРТ (в отечественной литературе сокращенное название системы принято обозначать русскими буквами — ПЕРТ) первоначально была применена при создании баллистических ракет «Поларис», предназначенных для оснащения атомных подводных лодок американского военно-морского флота. Некоторое время система ПЕРТ сохранялась в секрете. Однако, в связи с тем что в проектировании, расчете и создании ракеты «Поларис» участвовало свыше 6000 фирм, а работы выполнялись на территории 48 штатов Америки,

долго сохранять все эти работы в секрете стало невозможным и метод решено было опубликовать. После этого первыми его применили строители при ремонте крупного завода. В настоящее время эта система применяется в большинстве развитых стран. В системе ПЕРТ были впервые наиболее полно сформулированы основные понятия сетевого метода.

Преимущества системы ПЕРТ оказались настолько очевидными, что, например, в США ни одна строительная фирма не ведет строительства без применения этой системы или ее разновидностей и ни одна не получает правительственного контракта на выполнение новых заказов, если она не освоила систему ПЕРТ.

В условиях Российской Федерации действует несколько измененная система ПЕРТ, получившая у нас название системы СПУ (Сетевое планирование и управление), являющаяся частью общей системы организационного управления.

Система СПУ является развитой системой планирования и управления производственной программой, предусматривающей выявление и использование резервов времени и ресурсов, прогнозирование и предупреждение возможных срывов в ходе выполнения программы.

Основными характерными чертами системы СПУ является высокая объективность планирования и управления, большая оперативность и эффективность руководства, возможность прогнозирования дальнейшего развития событий и возможных отклонений от графика, а также влияния этих отклонений на выполнение последующих работ и на конечный срок.

Система СПУ позволяет количественно измерить меру неопределенности, присущей всякой новой разработке.

При управлении сложными разработками руководителям приходится сталкиваться с большим количеством неожиданностей, которые трудно заранее предусмотреть, в связи с чем решения приходится принимать по ходу разработки.

Система СПУ заставляет руководителя сосредоточивать внимание и усилия на тех участках, которые в данный момент являются «узким местом», грозят срывом срока выполнения плана и требуют срочного исправления создавшегося положения. Вместе с тем остальные работы, хотя и не отвлекают внимания руководителя, но и не выходят из-под его контроля. Система СПУ помогает руководителям отделять главные вопросы от второстепенных и четко определять задачи, решаемые на каждом уровне руководства.

Компьютеризация обработки информации повышает оперативность управления и исключает получение неверных или неудовлетворительных оценок. Обмен информацией в системе СПУ обеспечивает выработку эффективного решения на всех уровнях. Получение правильного решения обеспечивается возможностью проверить на ЭВМ те или иные предложения об изменении сроков и технологической последовательности выполнения отдельных операций, о перераспределении ресурсов и пр.

Хотя сетевые методы планирования и управления предусматривают широкое использование ЭВМ, однако сети небольшого объема с успехом могут обрабатываться вручную. При больших масштабах разработки применение ЭВМ является обязательным и дает весьма высокий экономический эффект.

### **Основные понятия и элементы сетевого графика**

В основе системы сетевого планирования и управления строительным производством лежит модель сетевого графика – один из способов графического отображения календарного плана строительства, который получил в литературе название сетевого графика, а также стрелочной или логической диаграммы, графа сети, карты хода разработки и др. В дальнейшем изложении мы будем придерживаться первого наименования.

Сетевой график представляет собой графо-математическую модель строительного производства, на которой в определенном порядке наглядно

показаны все работы и процессы, целью выполнения которых является достижение конечной цели.

Четкая взаимосвязь между работами и строгая технологическая последовательность их выполнения закладывается в сетевой график во время его составления.

По внешнему виду сетевой график представляет собой сеть, состоящую из отдельных узлов, отражающих логическую взаимосвязь и взаимообусловленность всех работ, входящих в общий комплекс.

При построении сети используются три основных элемента: **работа, зависимость и событие.**

Под термином **работа** следует понимать прежде всего любой трудовой процесс, при выполнении которого требуются затраты времени и ресурсов, например устройство фундаментов, монтаж конструкций каркаса здания, кровельные работы и т. д.

В понятие работа входит также и **ожидание**, т. е. пассивный процесс, не требующий затрат труда и материальных ресурсов, но отнимающий время. К таким процессам относятся технологические перерывы необходимые для твердения бетона, просушки монолитной штукатурки и др.

**Зависимостью**, или фиктивной работой, называется логический (условный) элемент, который показывает технологическую взаимосвязь между работами, т.е. зависимость указывает на то, что началу одной работы обязательно должно предшествовать окончание другой. Зависимости, как условному элементу, не требуется затрат времени и ресурсов.

**Событие** – это факт окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала одной или нескольких последующих работ. Событие, являющееся результатом нескольких работ, считается свершившимся в момент окончания последней работы.

Действительные работы и ожидания изображаются на сетевом графике сплошными стрелками, зависимости, или фиктивные работы - пунктирными стрелками, а события - кружками с порядковыми номерами.

 - действительная работа или ожидание;

 - фиктивная работа (зависимость);

 - событие;

Стрелки вычерчиваются без масштаба, произвольной длины и направления, в порядке, который указывает на последовательность выполнения работ.

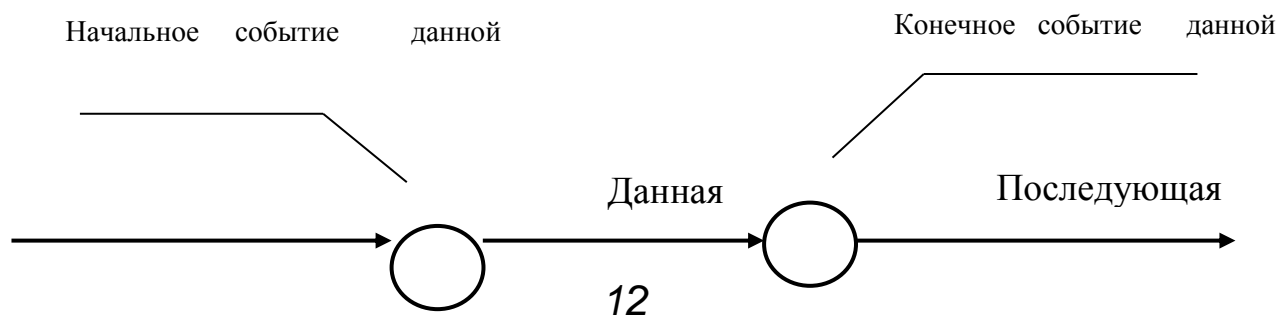
Любая работа-стрелка соединяет два события и отражает процесс перехода от одного события к другому. Событие, из которого стрелка выходит, т.е. то событие которое отражает факт начала данной работы, называется **начальным** по отношению к данной работе, а событие, в которое стрелка входит, а значит фиксирует факт окончания данной работы, называется **конечным**.

Каждому событию присваивается номер, который проставляется внутри кружка.

Работы, которые изображаются стрелками входящими в начальное событие данной работы, называются **предшествующими**, а работы, изображенные стрелками выходящими из конечного события данной работы, называются **последующими**.

Направление стрелок работ на сетевом графике соответствует порядку свершения событий, т.е. стрелка всегда должна идти от начального события данной работы к конечному.

Над каждой работой на модели сетевого графика делают краткую пояснительную надпись, а под работой проставляется ее продолжительность.



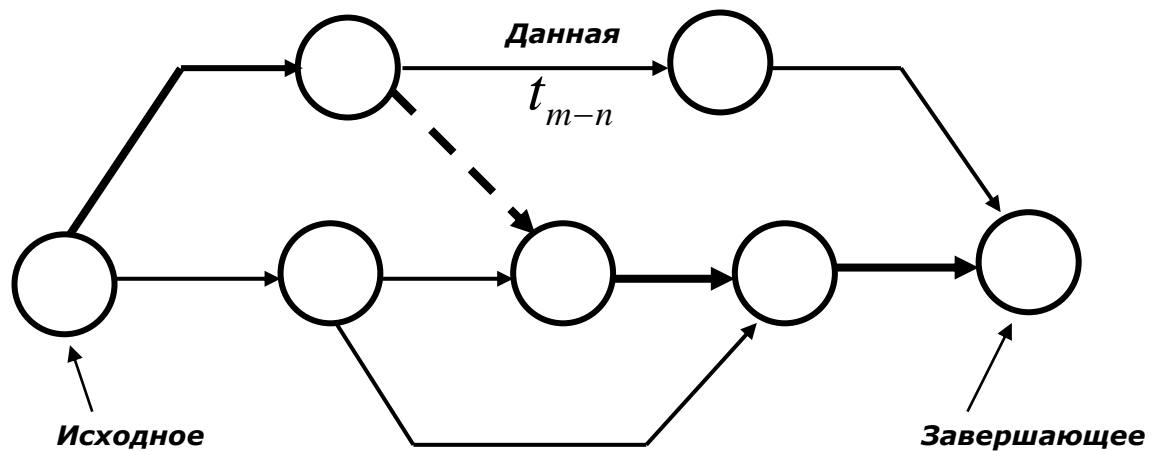
Событие, на модели сетевого графика, не имеющее предшествующих работ называется **исходным**, а событие, не имеющее последующих работ – **завершающим**.

При изображении модели сетевого графика в общем виде, принято **исходное** событие обозначать буквой "a", т.е. первой буквой латинского алфавита, а **завершающее** событие буквой "z", последней буквой латинского алфавита.

Для обозначения любой, рассматриваемой на данный момент, работы, т.е. **данной работы**, принято использовать буквы из середины латинского алфавита – "m" и "n".

Продолжительность работ принято обозначать латинской буквой "t" с индексом, соответствующим шифру этой работы.

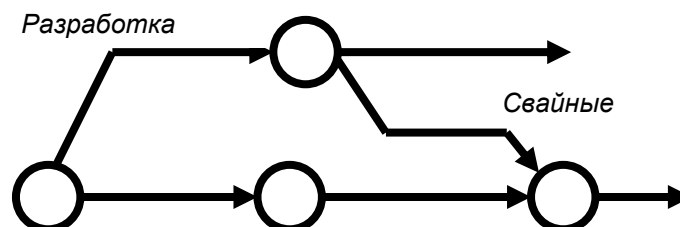
### Модель сетевого графика



### Правила построения модели сетевого графика

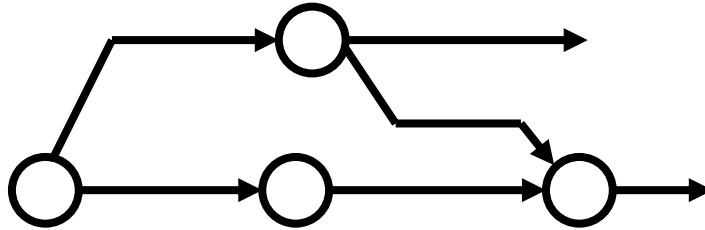
1. Исходное событие следует размещать у левого края листа бумаги, на котором вычерчивается модель сетевого графика для того, чтобы чтение графика шло слева направо в логической последовательности технологии работ.

2. Работы следует по возможности изображать горизонтальными стрелками, а при необходимости ломаными, с горизонтальными участками для надписей;

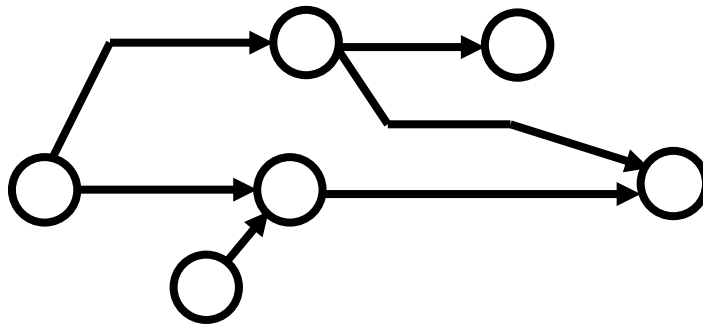


3. Каждому событию присваивается номер, который проставляется внутри кружка, обозначающего данное событие, при этом каждая работа

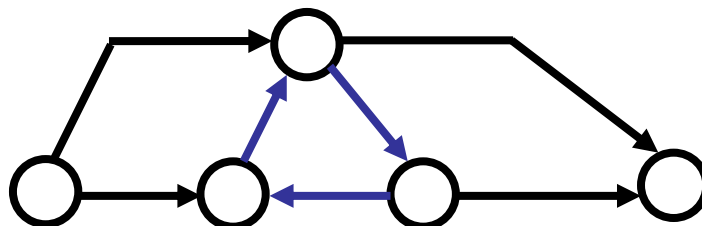
получает индивидуальный код (шифр) в виде номеров начального и конечного событий. При нумерации событий необходимо следить за тем, чтобы номер начального события любой работы не превышал номера ее конечного события.



4. На модели сетевого графика не должно быть тупиков, то есть событий, кроме исходного, не имеющих предшествующих работ и событий, кроме завершающего, не имеющих последующих работ.

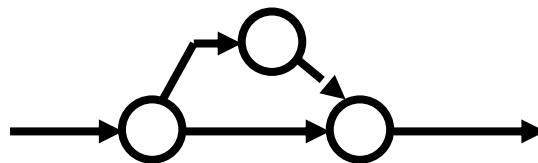
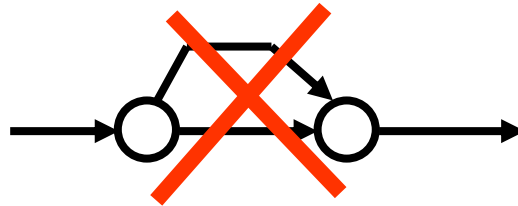


5. На модели сетевого графика не должно быть замкнутых контуров (циклов). В сетевом графике такой контур является логической ошибкой.

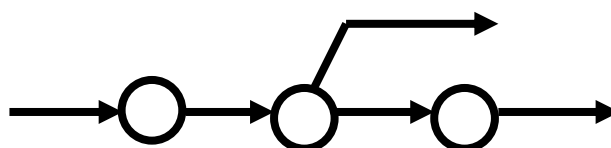
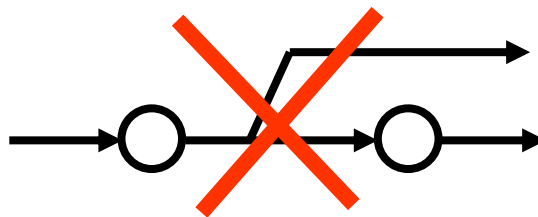




6. Если две работы имеют одно и тоже начальное событие и могут заканчиваться одним конечным событием, то для того, чтобы на модели сетевого графика не появилось работ с одинаковым шифром, нужно вводить дополнительное событие и зависимость.

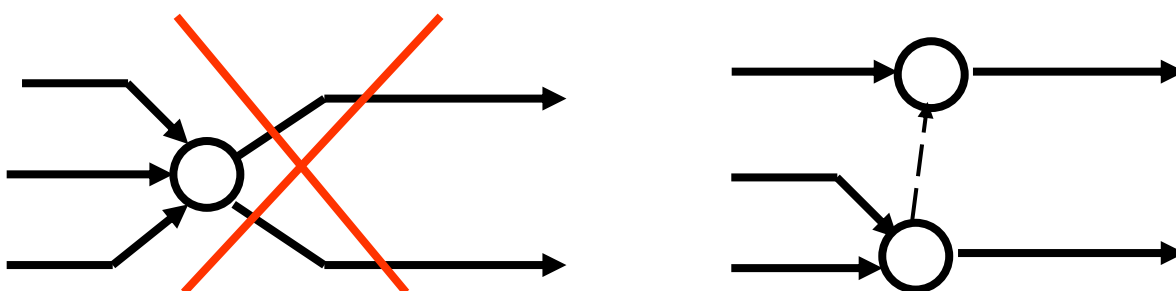


7. Если последующую работу можно начинать после частичного выполнения предшествующей, то эту предшествующую работу нужно разделить на составляющие, введением дополнительного события, а последующую работу следует начинать с этого события.



8. Исключение ложных взаимосвязей между работами, ошибочно заложенных при составлении модели сетевого графика, производится введением дополнительных событий и зависимостей.

Работа "m" зависит от всех предшествующих работ ("a", "b" и "c"), а работа "n", только от двух работ ("b" и "c"). Чтобы исключить ложную зависимость работы "n" от работы "a", вводим дополнительное событие и зависимость.



9. Количество элементов сетевого графика должно быть необходимым и достаточным, т.е. следует избегать избыточных элементов, наличие которых необоснованно усложняет сетевой график.

### **Пример построения модели (топологии) сетевого графика**

Методику построения модели сетевого графика разберем на примере начального этапа строительства крупного одноэтажного здания с каркасом из сборных железобетонных конструкций.

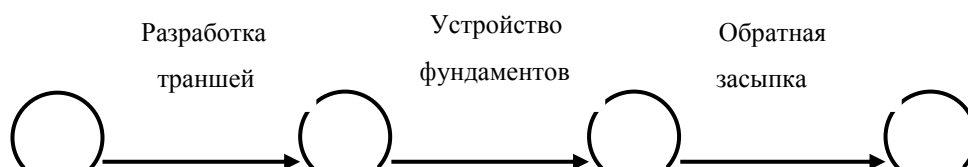
В этот начальный этап строительства объекта включим три вида строительных работ с прямой технологической взаимосвязью:

- разработка траншей под фундаменты;
- устройство монолитных железобетонных фундаментов под колонны;

- обратная засыпка пазух фундаментов грунтом с послойным его уплотнением;

Все эти работы последовательно зависят друг от друга, т. е. каждую последующую можно начинать только после окончания предыдущей.

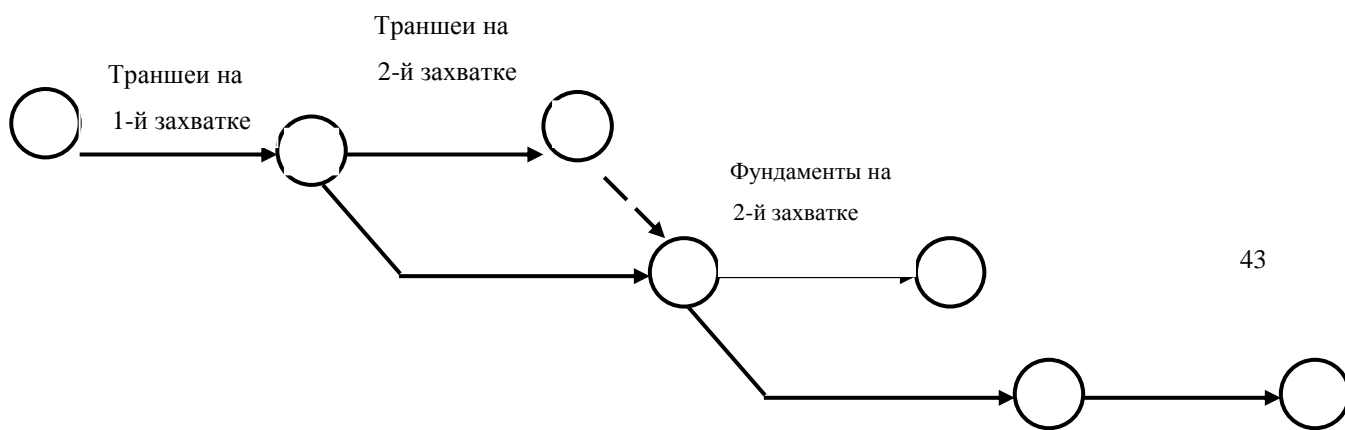
Применяя первые правила построения модели сетевого графика мы получим сетевой график в виде цепочки из трех работ.



Однако, если объемы работ и их продолжительность значительны, то последовательное их выполнение приведет к затягиванию сроков строительства. Сократить сроки строительства можно за счет совмещения этих работ во времени. Для того, чтобы совместить работы во времени, т.е. не ожидая полного окончания предшествующих работ разрешить начало последующих работ, следует применить правило № 7. Введением дополнительных событий разделим работы на части и начало последующих работ будем планировать с этих дополнительных событий.

Для того, чтобы работы можно было выполнять частями, объект делят на захватки, т.е. участки с одинаковыми объемами работ. После полного окончания работы на первой захватке бригада переходит, для продолжения этой работы, на вторую захватку, освобождая первую захватку для выполнения последующей работы и т.д.

Применив седьмое правило построения модели сетевого графика мы получим сетевой график уже в виде сети.

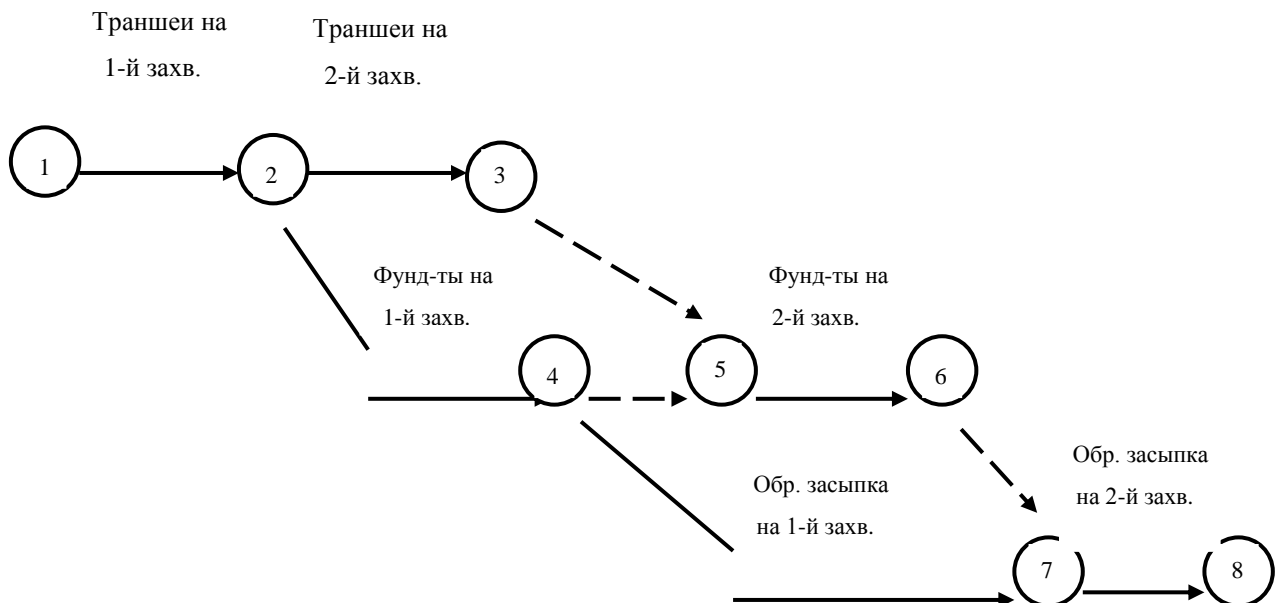


При построении модели сетевого графика могут быть допущены логические ошибки, которые ликвидируются введением дополнительных событий и зависимостей (т.е. применением правила №8).

В нашем примере зависимость 3-4 нужна для того, чтобы увязать начало работ по устройству фундаментов на 2-й захватке (4-5) с окончанием работ по разработке траншей на этой захватке (2-3).

Однако эта зависимость необоснованно передает влияние работы 2-3 и на работу 4-5. Эти работы выполняются на разных захватках и не зависят друг от друга.

Для исключения этой ложной взаимосвязи введем дополнительное событие и зависимость.

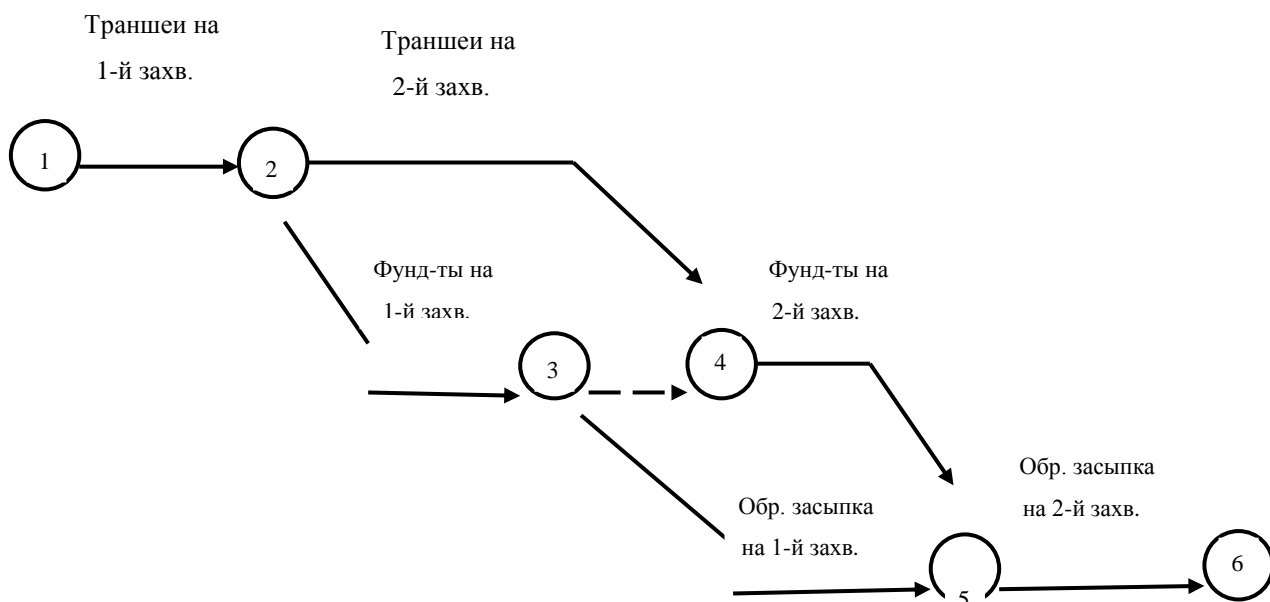


Теперь в модели сетевого графика нет логических ошибок, но она содержит избыточные элементы, т.е. не соблюдаются требования правила №9.

Избыточными элементами являются события 3 и 6, а также зависимости 3-5 и 6-7.

Наличие избыточных элементов приводит к необоснованному увеличению количества расчетных параметров сетевого графика и повышению вероятности ошибок в этих расчетах

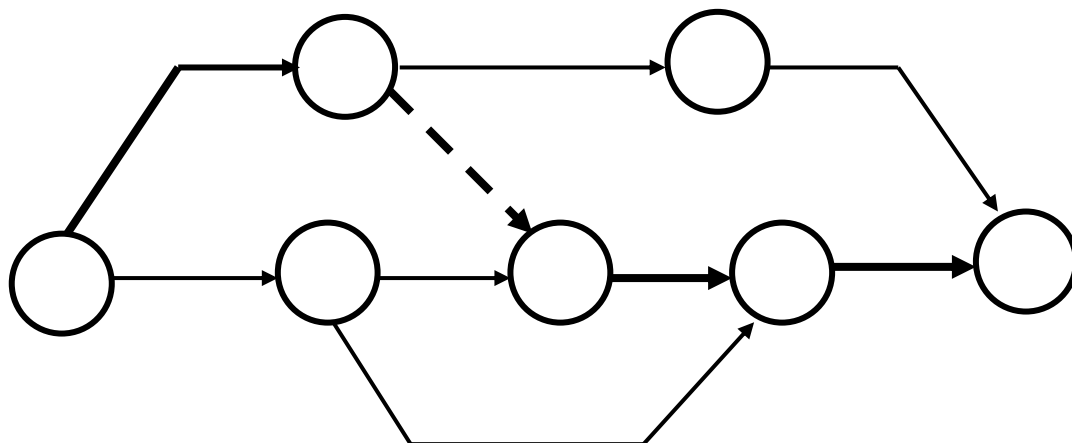
Если эти избыточные элементы удалить, модель примет следующий окончательный вид:



### Параметры сетевого графика

Параметры сетевого графика рассмотрим на примере небольшой модели сетевого графика.

### Модель сетевого графика



Последовательный ряд работ на модели сетевого графика, идущих от исходного события к завершающему и связанных между собой технологической зависимостью, называется **путем сетевого графика**.

Суммарная продолжительность всех работ, входящих в такую последовательность, называется **длиной пути**.

Таких путей в сетевых графиках может быть несколько.

1-й путь - 1-2-5-7;                      Длина 1-го пути - 17 дней;

2-й путь - 1-2-4-6-7;                      Длина 2-го пути - 23 дня;

3-й путь - 1-3-4-6-7;                      Длина 3-го пути - 20 дней;

4-й путь - 1-3-6-7;                      Длина 4-го пути - 16 дней;

Путь, имеющий максимальную длину, называется **критическим**.

Длина любого пути, в том числе критического, является параметром сетевого графика и обозначается буква-ми - .

В нашем примере 2-ой путь, с длиной в 23 дня, является критическим.

Длина критического пути также является параметром сетевого графика и обозначается буквами - .  $t_{кр}$

$$t_{кр} = t_{a-z}^{max}$$

В сетевом графике может быть один или несколько критических путей. Критические пути на сетевом графике принято выделять цветом или стрелками большей толщины.

**Именно длина критического пути определяет общую продолжительность всего комплекса работ, входящих в сетевой график.**

Следовательно, сразу после составления модели сетевого графика, мы уже можем решить одну из главных задач календарного планирования – определить **продолжительность строительства**, с помощью довольно

простых расчетов, которые следует выполнить для определения длины всех путей сетевого графика.

Работы, из которых состоит критический путь, самым непосредственным образом влияют на общую продолжительность строительства в целом, поэтому затягивание сроков выполнения любой работы критического пути неминуемо приведет к увеличению продолжительности строительства, на этот же срок.

Работы, не входящие в состав критического пути, выполняются параллельно работам критического пути и обладают некоторыми запасами времени (резервами), на которые можно отложить или задержать их выполнение, не нарушив при этом общих сроков строительства.

При расчете параметров сетевого графика выявляются работы, входящие в состав критического пути, а также определяется наличие и величина резервов времени у остальных работ, входящих в состав сетевого графика.

К параметрам сетевого графика, кроме продолжительности отдельных работ и длин путей, относятся сроки выполнения работ и резервы времени.

### **Ранние сроки выполнения работ**

$T_{m-n}^{pn}$  - ранний срок начала выполнения (раннее начало) работы "m – n" - самый ранний из всех возможных сроков начала данной работы.

Определяется раннее начало данной работы по раннему окончанию предшествующей работы, если предшествующих работ несколько, то по наибольшему значению ранних окончаний предшествующих работ.

Раннее начало работы можно еще определить по длине пути, который ведет от исходного события к начальному событию данной работы, если

таких путей несколько, то ранним началом данной работы будет путь имеющий максимальную длину.

$$T_{m-n}^{pn} = t_{a-m}^{max}$$

$T_{m-n}^{po}$  - ранний срок окончания выполнения (раннее окончание) работы "m – n" - самый ранний из всех возможных сроков окончания данной работы.

Определяется раннее окончание данной работы прибавлением продолжительности этой работы к ее раннему началу.

$$T_{m-n}^{po} = T_{m-n}^{pn} + t_{m-n}$$

### Поздние сроки выполнения работ

$O_{m-n}^{ii}$  .- поздний срок окончания выполнения (раннее окончание) работы "m – n" - самый поздний из всех возможных сроков окончания данной работы, при котором еще не нарушаются общие сроки строительства.

Определяется позднее окончание данной работы по позднему началу последующей работы, если последующих работ несколько, то по наименьшему значению поздних начал последующих работ.

Позднее окончание работы можно еще определить вычитанием из длины критического пути длины пути, который ведет от конечного события данной работы к завершающему событию, если от конечного события к завершающему ведет несколько путей, то вычитать нужно путь имеющий максимальную длину



$$T_{m-n}^{no} = t_{кр} - t_{n-z}^{max}$$

$T_{m-n}^{nn}$  - поздний срок начала выполнения (позднее начало) работы "m – n" - самый поздний из всех возможных сроков начала данной работы, при котором еще не нарушаются общие сроки строительства.

Определяется позднее начало данной работы вычитанием продолжительности этой работы из ее позднего окончания:

$$T_{m-n}^{nn} = T_{m-n}^{no} - t_{m-n}$$

### Резервы времени работ

$R_{m-n}$  - общий резерв времени работы, время на которое можно отложить или затянуть выполнение данной работы, не нарушив при этом общих сроков строительства.

Общий резерв времени определяется вычитанием из поздних сроков работы ранних:

$$R_{m-n} = T_{m-n}^{no} - T_{m-n}^{po}$$

или

$$R_{m-n} = T_{m-n}^{nn} - T_{m-n}^{pn}$$

$r_{m-n}$  - частный резерв времени работы (часть общего

резерва), время на которое можно отложить или затянуть выполнение данной работы, не нарушив при этом ранних сроков последующих работ.

Частный резерв времени определяется вычитанием из раннего начала последующей работы раннего окончания данной:

$$r_{m-n} = T_{\text{послед. раб.}}^{pn} - T_{m-n}^{po}$$

### Расчет параметров сетевого графика

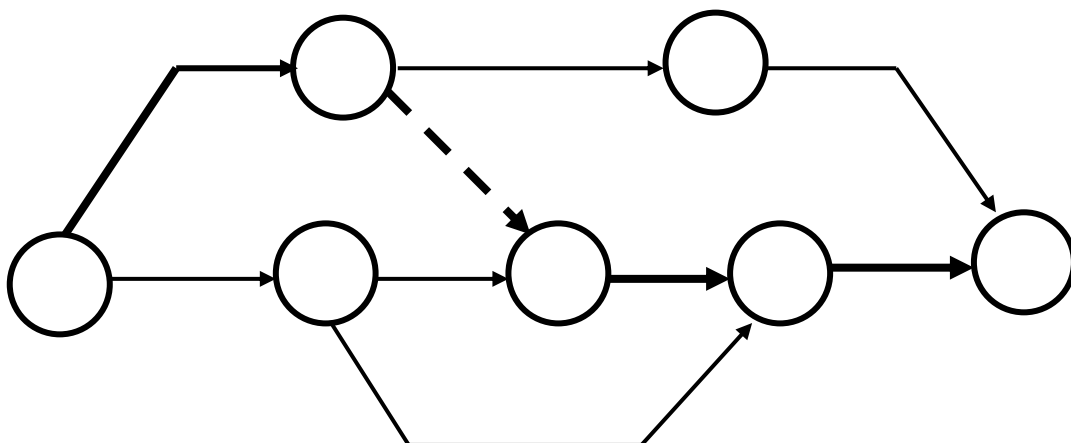
Расчет параметров сетевого графика заключается в определении продолжительности критического пути, ранних и поздних сроков выполнения работ, а также общих и частных резервов этих работ.

Эти параметры рассчитываются различными способами: аналитическим (по формулам), табличным, графическим (т.е. непосредственно на сети) и с применением ЭВМ.

Расчет аналитическим способом связан с написанием большого количества формул, занимает много места и времени. Применять его целесообразно для расчетов параметров отдельных работ, в качестве контроля, если расчеты ведутся табличным или графическим способом.

### Расчет параметров сетевого графика в табличной форме

Табличный способ расчета параметров рассмотрим на примере сетевого графика



Для расчета параметров сетевого графика составляется таблица состоящая из девяти колонок и строк, количество которых должно быть равно числу работ (в том числе и зависимостей).

Каждой работе в таблице отводится строка, в ячейках которой будут заноситься расчетные параметры.

Таблица 12

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный

Первая колонка является вспомогательной и служит для того, чтобы облегчить поиск предшествующих работ по которым для данной работы будут определяться ранние сроки начала.

Начинается расчет параметров с заполнением первых трех колонок исходными данными. Шифры (коды) работ заносятся во вторую колонку, причем необходимо следить за тем, чтобы номера начальных и конечных событий шли с нарастающим итогом. В третью колонку заносятся продолжительности соответствующих работ.

Таблица 13

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	1-2	8						
-	1-3	3						
1-2	2-4	0						
1-2	2-5	5						
1-3	3-4	2						
1-3	3-6	5						

2-4; 3-4	4-6	7						
2-5	5-7	5						
3-6; 4-6	6-7	8						

Второй этап расчетов заключается в определении ранних сроков выполнения работ, которые заносятся в четвертую и пятую колонки.

Для начала всем работам, которые начинаются с исходного события (т.е. с первого) назначают срок раннего начала равным нулю. Прибавляя к раннему началу этих работ их продолжительность получают значения их ранних окончаний. Затем переходят к работам, которые начинаются со второго события, т.е. к работам 2-4 и 2-5. В первой колонке для этих работ указана предшествующая работа 1-2. Раннее окончание этой работы (8 день) является необходимым и достаточным условием для начала работ 2-4 и 2-5, т.е. в четвертую колонку для этих работ заносим число 8. Прибавляя к нему продолжительности работ 2-4 и 2-5 получаем ранние сроки их окончания, которые заносятся в пятую колонку.

Для работ 3-4 и 3-6 предшествующей является работа 1-3. Раннее окончание этой работы будет для работ 3-4 и 3-6 ранним началом.

Таблица 14

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	1-2	8	0	8				
-	1-3	3	0	3				
1-2	2-4	0	8	8				
1-2	2-5	5	8	13				
1-3	3-4	2	3	5				
1-3	3-6	5	3	8				
2-4; 3-4	4-6	7						
2-5	5-7	5						
3-6; 4-6	6-7	8						

Для работы 4-6 предшествующими будут уже две работы, соответственно 2-4 и 3-4. Работу 4-6 можно будет начать когда закончатся обе предшествующие работы, т.е. в качестве раннего начала работы 4-6 выбираем большее значение из ранних окончаний работ 2-4 и 3-4. Это будет раннее окончание работы 2-4 (8 день).

По такому же принципу определяем ранние сроки для остальных работ.

Таблица 15

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	1-2	8	0	8				
-	1-3	3	0	3				
1-2	2-4	0	8	8				
1-2	2-5	5	8	13				
1-3	3-4	2	3	5				
1-3	3-6	5	3	8				
2-4; 3-4	4-6	7	8	15				
2-5	5-7	5	13	18				
3-6; 4-6	6-7	8	15	23				

После окончания вычисления ранних сроков работ, выбираем ту работу, у которой раннее окончание окажется максимальным по величине. Это означает то, что все остальные работы закончатся раньше, а окончание данной работы будет одновременно окончанием строительства всего объекта. Другими словами, это максимальное раннее окончание будет и длиной критического пути сетевого графика, и продолжительностью строительства объекта, для которого этот график был составлен.

Для всех работ, у которых конечное событие, одновременно, является и завершающим, поздним окончанием назначаем момент свершения завершающего события. Моментом свершения завершающего события

является окончание строительства, т.е. окончание работы с максимальной величиной раннего окончания.

В нашем случае это работа 6-7 с ранним окончанием на 23 день. Это значение для работ 5-7 и 6-7 заносим в седьмую колонку в качестве их поздних сроков окончания.

Вычитая из поздних сроков окончаний этих работ их продолжительность, мы получим их поздние сроки начал.

Таблица 16

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	1-2	8	0	8				
-	1-3	3	0	3				
1-2	2-4	0	8	8				
1-2	2-5	5	8	13				
1-3	3-4	2	3	5				
1-3	3-6	5	3	8	10	15		
2-4; 3-4	4-6	7	8	15	8	15		
2-5	5-7	5	13	18	18	23		
3-6; 4-6	6-7	8	15	23	15	23		

Теперь, двигаясь снизу вверх, мы будем определять поздние сроки остальных работ, заполняя шестую и седьмую колонки.

Поздние сроки окончания работ определяем по поздним срокам начала последующих работ. Для работ 3-6 и 4-6 последующей работой является работа 6-7. Следовательно, позднее начало работы 6-7 (15 день) для этих работ будет поздним окончанием, что и следует отразить в седьмой колонке.

Вычтем из поздних сроков окончаний этих работ их продолжительность, чтобы получить их поздние сроки начал.

Продолжим по этому принципу определять поздние сроки для остальных работ, не забывая о том, что если у данной работы окажется

несколько последующих работ, то в качестве позднего окончания данной работы нужно назначить наименьшее из поздних начал последующих работ.

Таблица 17

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	1-2	8	0	8	0	8		
-	1-3	3	0	3	3	6		
1-2	2-4	0	8	8	8	8		
1-2	2-5	5	8	13	13	18		
1-3	3-4	2	3	5	6	8		
1-3	3-6	5	3	8	10	15		
2-4; 3-4	4-6	7	8	15	8	15		
2-5	5-7	5	13	18	18	23		
3-6; 4-6	6-7	8	15	23	15	23		

Заключительным этапом расчетов, является определение резервов времени работ.

Таблица 18

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	<b>1-2</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
-	1-3	3	0	3	3	6	3	
1-2	<b>2-4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1-2	2-5	5	8	13	13	18	5	
1-3	3-4	2	3	5	6	8	3	
1-3	3-6	5	3	8	10	15	7	
2-4; 3-4	<b>4-6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2-5	5-7	5	13	18	18	23	5	

3-6; 4-6	6-7	8	15	23	15	23	0	0
----------	-----	---	----	----	----	----	---	---

Общие резервы времени работ определяются вычитанием из поздних сроков этих работ их ранних сроков, т.е. из значения колонки семь вычитаем значение колонки пять (или из значения колонки шесть вычитаем значение колонки четыре). Полученные результаты записываются в восьмую колонку. Если общий резерв окажется равным нулю, то и частный резерв не может быть больше нуля, следовательно этот ноль для данной работы можно занести в девятую колонку.

Работы, у которых отсутствуют резервы времени, составляют критический путь сетевого графика.

Работы критического пути следует выделить, в таблице расчетов и на модели сетевого графика, цветом или толщиной линий.

В последнюю очередь заполняется девятая колонка, куда заносятся значения частных резервов времени. Частные резервы времени работ определяем вычитанием из ранних начал последующих работ ранних окончаний данных.

Для работы 1-3 последующими работами являются работы 3-4 и 3-6. У этих работ раннее начало равно 3 дням. Раннее окончание работы 1-3 тоже соответствует 3 дням. Следовательно частный резерв времени у работы 1-3 отсутствует ( $3-3=0$ ).

Для работы 2-5 последующей работой является работа 5-7. Раннее начало этой работы 5-7 равно 13 дням. Раннее окончание работы 2-5 так же соответствует 13 дням. Следовательно частный резерв времени у работы 2-5 отсутствует ( $13-13=0$ ).

Для работы 3-4 последующей работой является работа 4-6 с ранним началом равным 8 дням. Раннее окончание работы 3-4 приходится на 5 день. Следовательно частный резерв времени у работы 3-4 равен 3 дням ( $8-5=3$ ).



Таблица 19

Предшествующие работы	Шифр работ	Продолжительность	Ранние сроки		Поздние сроки		Резервы времени	
			начало	окончание	начало	окончание	общий	частный
-	<b>1-2</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
-	1-3	3	0	3	3	6	3	0
1-2	<b>2-4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1-2	2-5	5	8	13	13	18	5	0
1-3	3-4	2	3	5	6	8	3	3
1-3	3-6	5	3	8	10	15	7	7
2-4; 3-4	<b>4-6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2-5	5-7	5	13	18	18	23	5	5
3-6; 4-6	<b>6-7</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

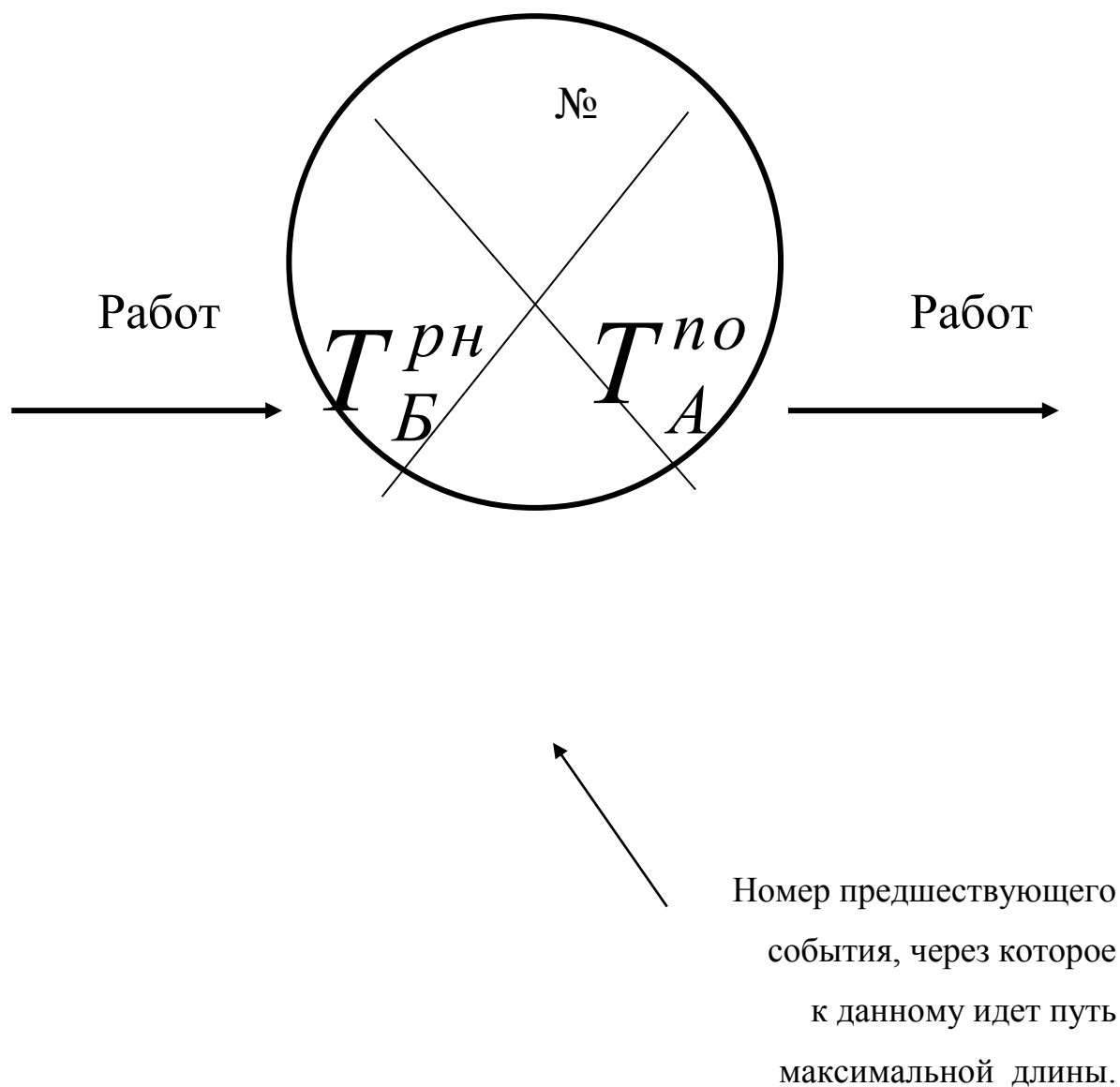
Для работ, у которых конечное событие одновременно является и завершающим, частный резерв времени соответствует общему резерву. У этих работ нет последующих работ и, следовательно, они не могут нарушить ранние сроки последующих работ ввиду их отсутствия. У работы 5-7 конечное событие является и завершающим, следовательно частный резерв времени этой работы равен общему резерву, т.е. 5 дням.

### Расчет параметров сетевого графика непосредственно на сети

Расчетные параметры сетевых графиков, при их вычислении непосредственно на сети, вписываются в сектора событий. С этой целью, при построении модели сетевого графика, каждое событие делится на четыре сектора.

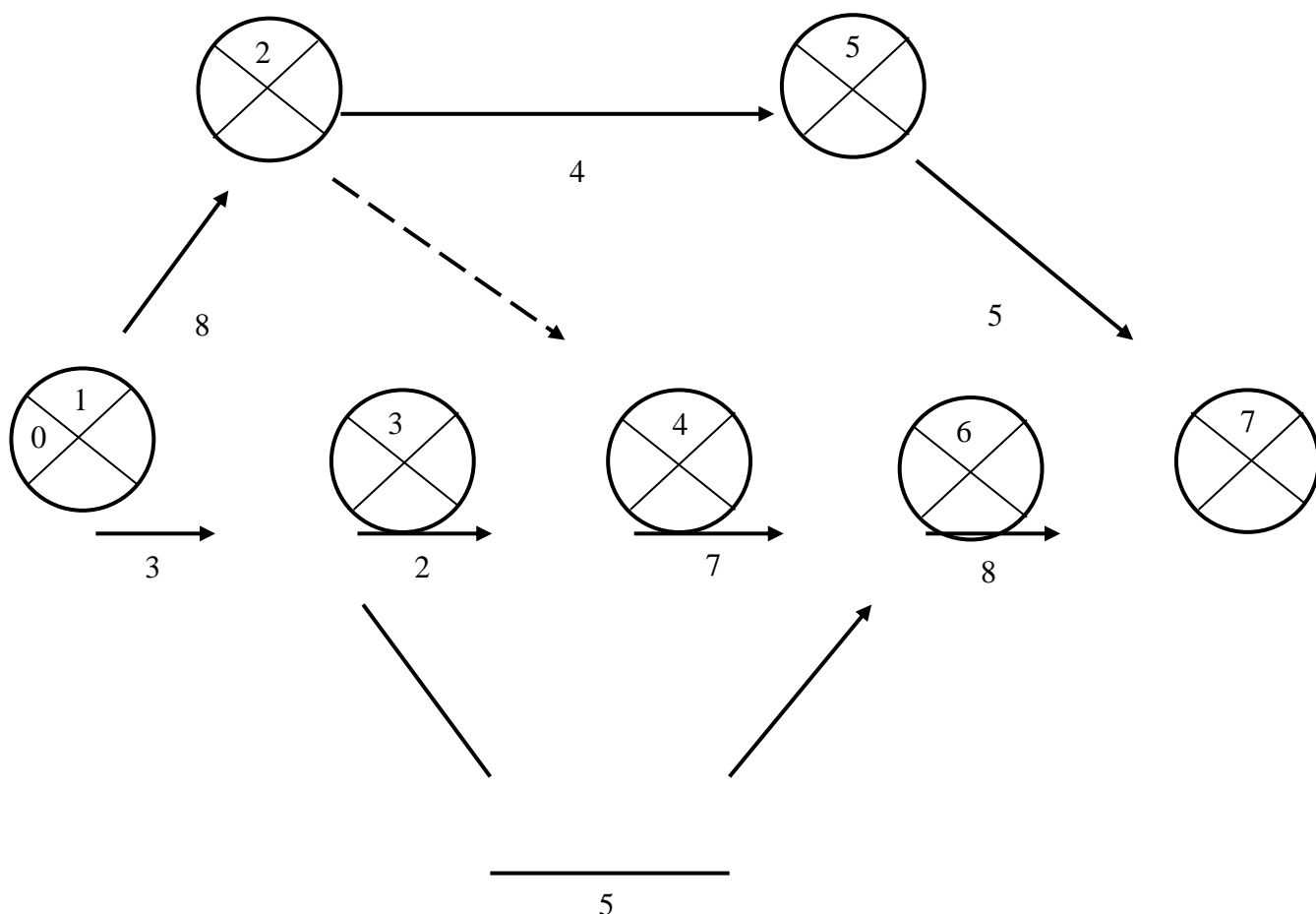
В верхнем секторе указывается номер данного события. В левый сектор события записывается ранний срок начала работы, которая начинается данным событием, а в правый - поздний срок окончания работы, которая этим событием заканчивается.

В нижний сектор заносится номер предшествующего события, через которое к данному идет путь максимальной длины.



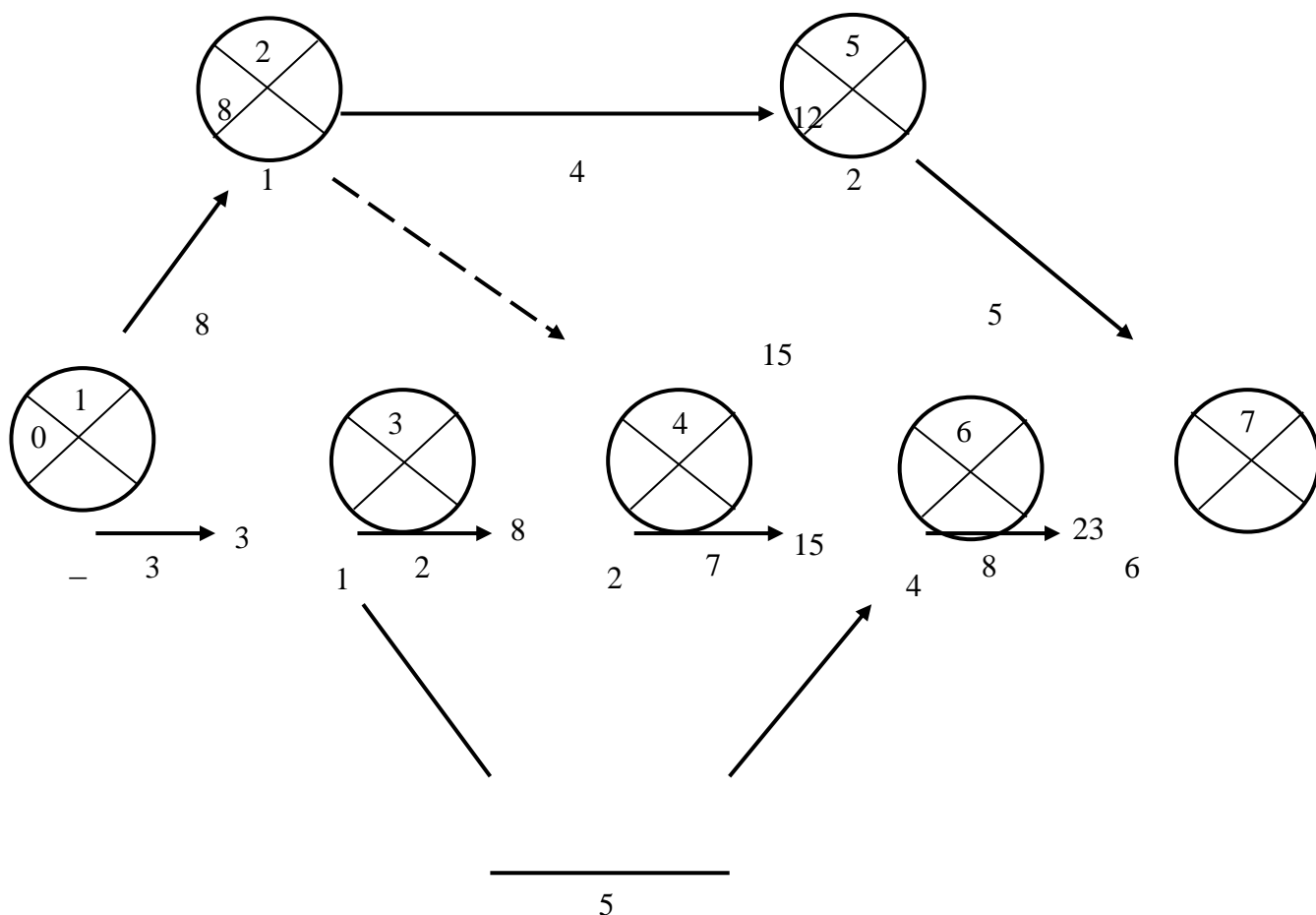
Чтобы не перегружать записями модель сетевого графика два параметра (ранние окончания и поздние начала работ) на сети не показываются.

Рассмотрим методику расчета параметров сетевого графика на предыдущем примере, для чего на модели графика события изобразим более крупными с разбивкой на четыре сектора.



Расчет параметров начинается с определения ранних сроков начала работ и ведется последовательно от исходного события до завершающего.

Ранний срок начала работ, которые начинаются с исходного (первого) события равен нулю, что и записываем в левый сектор первого события. У первого события предшествующих работ и событий нет, поэтому в его нижний сектор ставим прочерк.



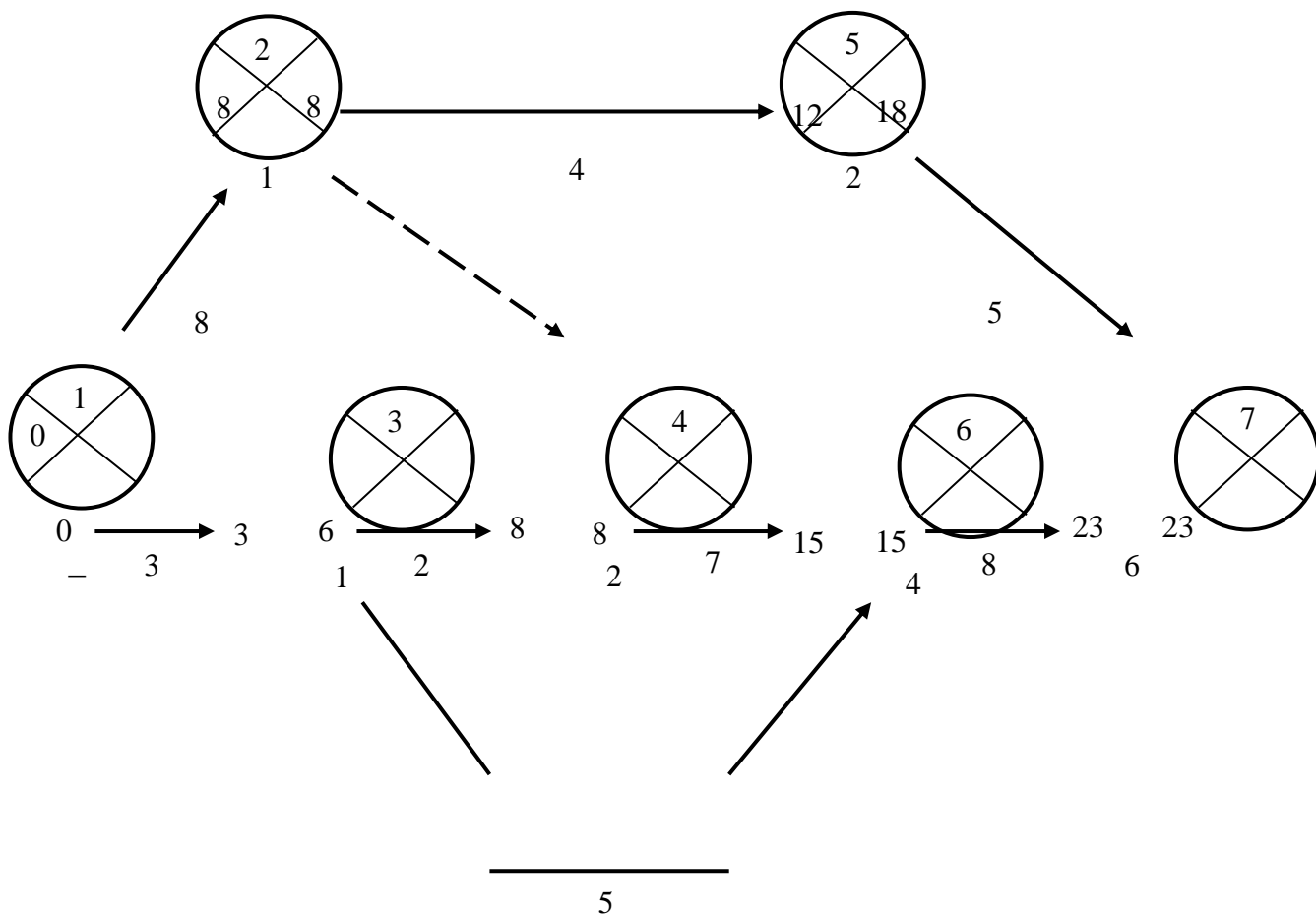
Второе событие является начальным для работ 2-4 и 2-5. Ранний срок начала этих работ определяем по раннему окончанию предшествующей работы 1-2, для чего к раннему началу этой работы прибавим ее продолжительность ( $0+8=8$ ), что и записываем в левый сектор второго события, а в его нижний сектор записываем номер предшествующего события, т.е. первое.

Продолжим по этому принципу определять ранние сроки начал для остальных работ, не забывая о том, что если у данной работы окажется несколько предшествующих работ, то в качестве раннего начала данной работы нужно назначить наибольшее из ранних окончаний предшествующих работ.

У завершающего события последующих работ нет, поэтому запись в левом секторе этого события будет обозначать не раннее начало последующих работ, которых нет, а момент свершения этого события.

Поскольку это событие завершающее, то позднее окончание всех работ, заканчивающихся этим событием, будет совпадать с моментом его свершения, т.е. можно в правый сектор завершающего события перенести значение левого.

Получив значение позднего окончания, для каких либо работ, можно вычислить их позднее начало. По поздним началам последующих работ можно определить сроки поздних начал предшествующих работ.



## **Строительные генеральные планы**

### **Введение**

Строительный генеральный план является важнейшей составной частью проекта производства (ППР) и разрабатывается на основании строительных норм и правил (СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»), которые устанавливают общие требования к организации строительного производства при строительстве новых, а также расширении и реконструкции действующих объектов всех отраслей народного хозяйства.

Строительный генеральный план (стройгенплан) представляет собой план строительной площадки на один из периодов строительства объекта, на котором, кроме проектируемых и существующих постоянных зданий и сооружений, указывается расположение временных зданий и сооружений, коммуникаций, дорог и проездов, строительных машин и механизмов, складских площадок и других элементов строительного хозяйства.

Расположение элементов строительного хозяйства на стройгенплане должно быть таково, чтобы обеспечить организацию строительно-монтажных работ с максимально возможной производительностью при полном обеспечении требований охраны труда и техники безопасности.

Данные методические указания содержат основные теоретические сведения по проектированию строительного генерального плана, а также справочные и нормативные материалы, что дает возможность студентам специальности 08.02.01 самостоятельно работать над соответствующим разделом курсового или дипломного проекта.

### **Общие положения**

Строительный генеральный план разрабатывается в составе проекта производства работ на строительство отдельного здания (сооружения).

На строительном генеральном плане даются детальные решения по организации той части строительного хозяйства площадки, которая непосредственно связана с возведением данного здания или сооружения и охватывает территорию, непосредственно примыкающую к нему.

В строительном генеральном плане указываются границы строительной площадки и виды ее ограждений, существующие, проектируемые и временные подземные, наземные и воздушные сети и коммуникации, постоянные и временные автомобильные дороги, схемы движения транспорта и механизмов, места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, места размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, опасные зоны, пути и средства подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также проходы в здания и сооружения, размещение источников и средств энергоснабжения, места расположения устройств для удаления строительного мусора, площадки и помещения складирования материалов и конструкций, площадки укрупнительной сборки конструкций, расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевых установок и мест отдыха, а также зоны повышенной опасности.

Для сложных зданий и сооружений строительный генеральный план может составляться на различные стадии и этапы их возведения (подготовительный период, возведение подземной, надземной частей здания) и отдельные виды работ (земляные, монтаж конструкций, кровельные и др.).

Исходными данными для разработки строительного генерального плана служат:

- решения строительного генерального плана в составе проекта организации строительства (ПОС);
- календарный план производства работ или комплексный сетевой график;

- технологические карты на основные виды СМР;

Графическая часть строительного генерального плана в составе проекта производства работ выполняется, как правило, в масштабе 1 : 200 и 1 : 500.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать уточненные расчеты и обоснования потребности строительства во временном строительном хозяйстве на основе натуральных (физических) объемов работ, определенных по данным рабочей документации (рабочего проекта), а также конкретные технические решения по выбору строительных машин, механизированных установок, временных зданий, сооружений и др. При выборе тех или иных устройств должны учитываться конкретные возможности строительной организации.

При разработке строительного генерального плана осуществляется проектирование временных зданий и сооружений, складов, подъездных путей, энергетических, водопроводных, газовых и других временных сетей от источников питания в соответствии с действующими техническими условиями и нормами, а также размещение строительных машин и механизированных установок.

Размещение объектов временного строительного хозяйства следует начинать с размещения монтажных и грузоподъемных механизмов, так как их расположением прежде всего определяются все остальные решения, строительного генерального плана.

Вопросы, связанные с размещением и привязкой к объекту монтажных кранов и подъемников, а также с определением опасных зон и ограничений в работе строительных машин на строительной площадке, следует проектировать в каждом конкретном случае, применительно к условиям производства работ с учетом требований технических условий их безопасной эксплуатации.

Пути передвижения монтажных кранов необходимо располагать, как правило, вдоль зданий, что исключает образование «мертвых зон».



Установка и перемещение машин вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т. п.) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта (табл. 20).

Таблица 20

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
	Расстояние до опоры машины, м			
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Строительная площадка в условиях города во избежание доступа посторонних лиц должна быть ограждена. Конструкция ограждений должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23407-78. Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, необходимо оборудовать сплошным защитным козырьком.

У въезда на строительную площадку устанавливается схема движения средств транспорта. Скорость движения авто-транспорта вблизи мест производства работ не должна превышать 10 км/ч на прямых участках и 5 км/ч на поворотах.

Размещение приобъектных складов должно производиться с учетом расположения подъездных дорог и подъездов от основных транспортных магистралей к местам приемки и выгрузки материалов. Приобъектные склады сборных элементов, укрупненных конструкций, материалов, полуфабрикатов и др. должны находиться в зоне действия крана.

Ширина механизированного приобъектного склада устанавливается в зависимости от параметров погрузо-разгрузочных машин и обычно не превышает 10 м. Ширина склада укрупнительной сборки конструкций, обслуживаемого башенным краном, не должна превышать полезного вылета

стрелы крана по одну и другую сторону (при размещении склада с двух сторон относительно башенного крана).

При размещении складов следует руководствоваться решениями, принятыми в технологических картах и схемах производства работ.

В открытых складах при складировании изделий, конструкций и полуфабрикатов необходимо предусматривать продольные и поперечные проходы шириной не менее 0,7 м, при этом поперечные проходы устраивать через каждые 25 - 30 м.

Открытые склады с огнеопасными и сильно пылящими материалами надлежит размещать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и сооружениям (в зависимости от направления господствующих ветров) и не ближе чем в 20 м от них. Все склады должны отстоять от края дороги не менее чем на 0,5 м.

Расположение изделий и конструкций (в случае невозможности ведения монтажа с транспортных средств) должно соответствовать технологической последовательности монтажа.

Размещение механизированных установок должно увязываться с размещением складов и кранов.

При стесненности территории, недостаточности вылета стрелы башенного крана, а также в случае использования при возведении объекта автомобильных, пневмоколесных или гусеничных кранов, механизированные установки можно располагать на свободной территории площадки, при этом бетон и раствор целесообразно доставлять к месту укладки в съемных бункерах при помощи автопогрузчиков.

Для нужд строительства в первую очередь максимально используются постоянные автодороги, а в зависимости от конкретных условий строительства при необходимости прокладываются временные дороги.

Проектирование, размещение и сооружение временных автодорог производится в соответствии со СНиП 2.05.07 - 85, СНиП II - 89 - 80, СНиП 3.06.03 - 85, СН 449 - 72 и СН 464-74.

Внутрипостроечные дороги на строительной площадке должны обеспечивать бесперебойную работу складов и механизированных установок. На строительном генеральном плане производится уточнение общих решений по устройству подъездных путей, принятых на строительном генеральном плане в составе проекта организации строительства

При проектировании временных внутрипостроечных дорог ширина проезжей части и количество полос движения определяются в зависимости от типа автомобилей и категории дорог и принимаются при движении транспорта в одном направлении 3,5 м и в двух - 6 м. Ширина проходов принимается для людей без груза 1 м и с грузом - 2 м.

Для внутрипостроечных нужд в первую очередь следует использовать проектируемые постоянные дороги. Постоянные дороги рассчитываются на возможную интенсивность пропуска строительного транспорта и в необходимых случаях предусматривается их усиление. Верхний асфальтовый слой укладывается только после окончания основных строительных работ, как правило, в период благоустройства территории в соответствии с решениями ППР.

Ширина полосы движения и проезжей части дорог составляет до 2,7 м. При применении автомашин шириной до 3,4 м (МАЗ-525, МАЗ-530) ширина проезжей части увеличивается соответственно до 4 и 8 м. Основные характеристики дорог приведены в табл. 2.

Таблица 21

Параметр	Показатели для числа полос движения,	
	м	
	1	2
Ширина полосы движения	3.5	3
Ширина проезжей части	3.5	6

Ширина земляного полотна	6	8.5
Наименьший радиус кривых в плане	12 - 18	12 - 18

В зонах разгрузки материалов и конструкций на дорогах с односторонним движением устраиваются через каждые 100 м площадки шириной 3 - 6 м и длиной 8 - 18 м. В местах пересечения с железной дорогой ширина проезжей части автодороги должна быть не менее 4,5 м и иметь в обе стороны на расстоянии 25 м твердое покрытие.

Временные автодороги могут быть нескольких типов — естественные грунтовые профилированные или с улучшенным покрытием минеральными материалами; переходные с твердым покрытием (гравийные, щебеночные, шлаковые); усовершенствованные (из сборных инвентарных железобетонных плит, деревянных щитов, стальных плит). Наиболее массовыми являются автодороги из сборных железобетонных дорожных плит.

Выбор типа и конструкции временных дорог осуществляется в зависимости от типа автотранспортных средств и грузонапряженности.

Сеть внутрипостроечных дорог должна быть закольцованной. В зонах действия монтажных кранов дороги следует устраивать с соблюдением требований строительных норм по технике безопасности и с установкой шлагбаумов и предупредительных надписей на въездах в опасные и монтажные зоны.

При размещении дорог и проездов необходимо, чтобы расстояние до любого здания или сооружения от дорог и проездов не превышало 25 м.

В качестве пешеходных трасс и переходов используются постоянные и временные тротуары и переходы. Ширина временных тротуаров и переходов принимается 1 – 2 м. Тип и конструкция временных тротуаров выбираются исходя из грунтовых и гидрогеологических условий территории, интенсивности движения и продолжительности эксплуатации. Наиболее целесообразным являются тротуары из сборных инвентарных бетонных

(30х30х6, 40х40х6 см) и железобетонных (320х160х12, 300х160х12, 75х75х6 см) плит.

Переходы через траншеи и канавы выполняются с применением инвентарных мостиков с ограждением (ширина 0,8 - 1 м, длина 3 м, масса 100 – 150 кг).

Временные (в основном, инвентарные) производственные, санитарно-бытовые, административные здания и здания складского назначения должны размещаться таким образом, чтобы обеспечивались безопасные и удобные подходы к ним для рабочих и максимальная блокировка зданий между собой, что способствует сокращению расходов по подключению зданий к коммуникациям и эксплуатационных затрат. Временные здания необходимо приближать к действующим коммуникациям в следующем порядке: к канализации, водоснабжению, электроснабжению, телефонизации и радиофикации. Такой порядок уменьшает трудозатраты и сокращает сроки выполнения работ подготовительного периода.

Санитарно-бытовые и административные здания, а также подходы к ним следует располагать вне опасных зон действия строительных машин, механизмов и транспорта. Бытовые помещения следует располагать на расстоянии не менее 50 м и с наветренной стороны господствующих ветров по отношению к объектам, выделяющим пыль, вредные газы и пары (бункеры, растворобетонные установки и др.). Санитарно-бытовые помещения в виде «городков» следует размещать вблизи входов на строительную площадку с тем, чтобы рабочие могли пользоваться ими до и после работы, минуя рабочую зону. Вблизи бытовых помещений следует предусматривать устройство озелененных площадок для отдыха.

Гардеробные, умывальные, душевые, помещения для сушки одежды и обеспыливания, столовые можно размещать в одном здании (блоке), обеспечив сообщение между ними. При размещении этих помещений в

вагончиках или контейнерах их располагают рядом и по возможности блокируют.

Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и рабочей одежды. Предпочтительнее закрытое раздельное хранение чистой и рабочей одежды в двойных шкафчиках. Блоки шкафов следует устраивать с проходами между рядами шириной не менее 1 м, а при устройстве сидений в проходах - не менее 1,5 - 1,7 м.

Помещения для обеспыливания спецодежды выполняются из расчета на наиболее многочисленную смену только для работающих в условиях выделения большого количества пыли (при работе в растворобетонных узлах, размоле строительных материалов и т. п.).

Помещения для личной гигиены женщин устраиваются при общем количестве работающих женщин более 15 человек; помещение должно состоять из приемной, раздевалки с уборной и процедурной.

В соответствии с нормами медицинского обслуживания при количестве работающих 300 - 800 человек должен быть предусмотрен фельдшерский пункт, а при количестве работающих 800 - 2000 человек - врачебный пункт.

Медицинские пункты следует располагать в одном блоке с бытовыми помещениями, соблюдая при этом предельное расстояние от них до наиболее удаленных рабочих мест 600 - 800 м. Медпункт должен быть обеспечен подъездом для автомобильного транспорта.

Уборные со смывом следует располагать около канализационных колодцев. При отсутствии смывной канализации используются передвижные уборные с герметическими емкостями. Уборные с выгребными ямами можно устраивать только с разрешения органов санитарного надзора.

Противопожарные разрывы между постоянными и временными зданиями и сооружениями, а также между складами и зданиями

(сооружениями) должны приниматься согласно требований правил пожарной безопасности.

На строительном генеральном плане должны быть показаны габариты временных зданий; их привязка в плане; места подключения коммуникаций к зданиям или сооружениям. В экспликации временных зданий и сооружений необходимо указать: номер временного здания; размер в плане, площадь, марку и конструктивную характеристику.

Проектирование сети временного водоснабжения после определения потребности в воде начинается с выбора источника. Источниками временного водоснабжения могут быть:

- существующие водопроводы с устройством в необходимых случаях дополнительных временных сооружений;
- проектируемые водопроводы при условии ввода их в эксплуатацию по постоянной или временной схеме в необходимые сроки;
- самостоятельные временные источники водоснабжения - водоемы и артезианские скважины;

Пожарные резервуары следует устраивать на площадках в тех случаях, когда водопровод не обеспечивает расчетное количество воды на пожаротушение. Водоводы от насосных станций и разводящая сеть выполняются из асбестоцементных или стальных труб, уложенных в грунте или по поверхности грунта. Разводящая сеть может быть выполнена также из резиновых шлангов и тканевых рукавов.

При проектировании временной сети необходимо учитывать возможность последовательного наращивания и перекладки трубопроводов по мере развития строительства. Сети временного водопровода устраиваются по кольцевой, тупиковой или смешанной схемам. Кольцевая система с замкнутым контуром обеспечивает бесперебойную подачу воды при возможных повреждениях на одном из участков и является более надежной. Тупиковая система состоит из основной магистрали, от которой идут

ответвления к точкам водопотребления. Смешанная система имеет внутренний замкнутый контур, от которого прокладываются ответвления к потребителям.

Увязка сети временного водоснабжения состоит в обозначении на строительном генеральном плане мест подключения трассы временного водопровода к источнику, сооружений на трассе (насосных станций, колодцев, гидрантов) и раздаточных устройств в рабочей зоне или вводов к потребителям. Колодцы с пожарными гидрантами размещаются с учетом возможности прокладки рукавов от них до места тушения пожара на расстояние не больше 150 м при водопроводе высокого давления и 100 м – низкого давления. Расстояние между гидрантами должно быть не более 150 м. Гидранты должны располагаться на расстоянии: до зданий - не ближе 5 м и не далее 50 м; от края дороги - не более 2,5 м.

Работы по устройству временной канализационной сети требуют значительных затрат труда и в связи с этим она устраивается в случаях строительства особо крупных и сложных объектов. Для отвода ливневых и условно чистых производственных вод в грунте устраиваются открытые водостоки. На строительной площадке, имеющей фекальную канализационную сеть, следует применять канализованные инвентарные санузлы передвижного или контейнерного типов, располагая их вблизи канализационных колодцев. К такому санузлу следует подводить временный водопровод и устраивать электрическое освещение. Если на строительной площадке фекальная канализационная сеть отсутствует, то санузлы следует устраивать с выгребом. Временные канализационные сети выполняются из асбестоцементных, железобетонных и керамических труб.

Проектирование сети временного электроснабжения выполняется в два этапа. Прежде всего находится оптимальная точка размещения источника, совпадающая с центром электрических нагрузок, а затем производится трассировка сети электроснабжения. Оптимальное размещение источника



позволяет сократить протяженность сетей, массу проводов, их стоимость и потери в электрической сети. Питание осветительных и силовых токоприемников осуществляется от общих магистральных сетей.

Воздушные магистральные линии устраиваются преимущественно вдоль проездов, что дает возможность использовать для их прокладки столбы светильников наружного освещения строительной площадки.

Воздушные линии электропередачи должны быть удалены от строительных машин и других механизмов по горизонтали на следующие расстояния, м:

при напряжении до	1 кВ	- 1,5;
»	»	1 - 20 кВ - 2,0;
»	»	35 - 100 кВ - 4,0;
»	»	154 кВ - 6,0;
»	»	330 - 500 кВ - 9,0.

Разработка строительных генеральных планов выполняется на основе сопоставления различных их вариантов в целях достижения наиболее рационального состава и расположения всех элементов строительного хозяйства, при которых обеспечиваются минимальные транспортные расходы и затраты на временные здания, инженерное оборудование строительной площадки, устройство инженерных сетей, постоянных и временных дорог при соблюдении действующих технических условий и норм проектирования.

Значительная продолжительность возведения временных зданий и сооружений в подготовительном периоде во многих случаях является основной причиной превышения директивных и нормативных сроков строительства, что отрицательно сказывается на себестоимости работ и эффективности капитальных вложений в целом. Сокращение затрат на временные здания и сооружения возможно как за счет максимального использования постоянных объектов (существующих и проектируемых,

возводимых в первую очередь) для нужд строительства, так и за счет внедрения прогрессивных инвентарных зданий заводского производства. Снижение затрат на временные сооружения достигается также правильным выбором объемно-конструктивного решения (типа) инвентарного здания в соответствии со сроком его нахождения на объекте.

Следует учитывать, что показателем эффективности того или иного временного здания служит не его первоначальная стоимость, а сумма затрат на изготовление здания с учетом его оборачиваемости, на монтаж, демонтаж и транспортные расходы на перевозку. Наименее экономичными следует считать неинвентарные временные здания, используемые, как правило, один раз.

Эффективность применения инвентарных зданий зависит непосредственно от их оборачиваемости. Чем выше оборачиваемость здания, тем ниже фактические затраты, связанные с его применением на строительной площадке. В связи с этим можно ориентировочно принимать следующие сроки использования инвентарных зданий на одной площадке, мес:

- для передвижных зданий - до 6;
- для контейнерных зданий - 12 - 18;
- для сборно-разборных зданий - 18 - 36;

Сокращение этих сроков увеличивает эффективность применения инвентарных зданий, а их удлинение ведет к дополнительным затратам

### **Определение потребности во временных зданиях**

По назначению временные здания, применяемые на современных строительных площадках, делятся на административные, производственного назначения, хозяйственно-бытовые и складские.

К административным зданиям относятся конторы, диспетчерские, здания для проведения производственных совещаний, проходные.

К производственным зданиям относятся строительно-технологические мастерские (ремонтно-механические, санитарно-технические, арматурные, столярно-плотничные), строительные лаборатории, бетоносмесительные и растворосмесительные установки, малярные и штукатурные станции, котельные, трансформаторные подстанции.

К складским зданиям и сооружениям относятся кладовые (материальные, инструментально-раздаточные), закрытые склады (отапливаемые и не отапливаемые) и навесы.

К хозяйственно-бытовым зданиям относятся гардеробные, умывальные, душевые, сушилки, здания для обогрева и отдыха рабочих, помещения для приема пищи, буфеты, столовые, медпункты, туалеты.

По конструктивному решению временные здания могут быть неинвентарными, сооружаемыми для однократного использования и инвентарными, рассчитанными на многократную перебазировку и использование на различных объектах.

Строительство неинвентарных зданий, как правило, экономически не оправдано и может допускаться только в качестве исключения.

По степени мобильности и конструктивным особенностям инвентарные временные здания подразделяются на передвижные (фургоны на базе автомобильных прицепов), контейнерные со съемной ходовой частью и без ходовой части, сборно-разборные из блок-контейнеров с доборными элементами и сборно-разборные щитовые.

Для определения потребной площади временных зданий и сооружений численность рабочих принимается по наиболее многочисленной смене с увеличением этого количества на 5% за счет учеников и практикантов.

Соотношение числа рабочих, ИТР служащих и МОП в жилищно-гражданском строительстве соответственно составляет 85%, 8%, 5% и 2%.

Определение потребности в гардеробных и сушилках производится на общее (списочное) число рабочих.

Расчет площадей буфетов и столовых производится по количеству работающих в наиболее многочисленную смену, причем допускается организация питания в две смены.

При определении потребности в гардеробных, умывальных, душевых и туалетах следует руководствоваться тем, что на общее число работающих приходится 30% женщин и 70% мужчин, если нет специально оговоренных условий производства.

Определение потребности во временных зданиях и сооружениях производится в приводимой ниже табличной форме (табл. 22).

#### **Определение потребности во временных зданиях и сооружениях**

Таблица 22

Наименование временных зданий	Максимальное количество рабочих	% пользующихся зданием	Расчетное количество рабочих	Норма на 1 рабочего м <sup>2</sup>	Потребная площадь м <sup>2</sup>	Принятая площадь м <sup>2</sup>	Шифр т. п.
Контора	48	13	7	3	21	23	420-04-03 (9x2,7x2,7)

Нормативные показатели для определения потребности во временных зданиях и сооружениях приведены в таблице 23, а их перечень и характеристики в таблице 24.

#### **Нормативные показатели для определения потребности во временных зданиях и сооружениях**

Таблица 23

Номенклатура временных зданий	Ед. изм.	Нормативный показатель
Контора	м <sup>2</sup> / чел.	4
Помещение для проведения занятий	~	0.75
Диспетчерская	~	7

Гардеробная	~	0.7
Умывальная	~	0.2
Сушилка (для одежды и обуви)	~	0.2
Душевая (с преддушевой)	~	0.54
Помещение для обогрева рабочих	~	0.1
Помещение для приема пищи	~	1.0
Буфет	~	0.7
Столовая (на полуфабрикатах)	~	0.81
Столовая (на сырье)	~	1.02
Туалет	~	0.1

## Перечень и характеристики инвентарных зданий

### 1. Служебные здания

Таблица 24

Наименование и характеристика временных зданий	Шифр типового проекта	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры здания, м
	Передвижные		
Контора прораба	420-01-3	23	9 x 2,7 x 2,7
Контора прораба	ГОСС-П-3	24	9 x 3 x 3
Контора прораба	ПК-3	27	10 x 3,2 x 3
	Контейнерные		
Контора прораба	ИУЗЭ-5	15,6	6 x 3 x 2,5
Контора прораба	1129-К	17,9	6,4 x 3,1 x 2,7
Контора прораба	5065-4	21	7,5 x 3,1 x 3,1
Контора прораба	ИЗКТ-К6-0	25	9,6 x 3 x 3

### 2. Гардеробные, помещения для обогрева и отдыха, сушилки

Наименование и характеристика временных зданий	Шифр типового проекта	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры здания, м
	Передвижные		
Гардеробная на 10 человек	ГК-10	28	10 x 3,2 x 3
Гардеробная на 14 человек	ГОСС-Г-14	24	9 x 3 x 3
Гардеробная на 16 человек	4810-23	24	9 x 2,8 x 3
Здание для обогрева и отдыха	4078-1.00.00	15	6,5 x 2,6 x 2,8
Здание для обогрева и отдыха	Э-420-01	7,9	3,8 x 2,1 x 2,8
Здание для обогрева и отдыха	ЛВ-56	7,5	3,8 x 2,2 x 2,5

Сушилка на 8 камер	ВС-8	20	8 х 2,8 х 2,5
	Контейнерные		
Гардеробная на 14 человек	1129-К	17,8	6,4 х 3,1 х 2,7
Гардеробная на 16 человек	5055-1	21	6,7 х 3 х 3
Гардеробная с сушилкой	31315	18	7,5 х 3,1 х 3,1
Здание для обогрева	494-4-09	10,9	3,8 х 3,5 х 3,1
Здание для обогрева и отдыха	420-04-09	14,5	6 х 2,7 х 3
Здание для обогрева и отдыха	310-00	20	7,4 х 3 х 2,8

### 3. Душевые, умывальные

Наименование и характеристика временных зданий	Шифр типового проекта	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры здания, м
	Передвижные		
Душевая	ВД-4	25	9 х 3,1 х 2,3
Душевая	ДК-6	28	10 х 3,2 х 3
	Контейнерные		
Душевая	494-4-14	24	8 х 3,5 х 3,1
Душевая	420-04-22	14,4	6 х 2,7 х 3

### 4. Помещения общественного питания

Наименование и характеристика временных зданий	Шифр типового проекта	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	Размеры здания, м
	Передвижные		
Помещение для приема пищи	ЛВ-56-05	7,5	3,8 х 2,2 х 2,5
Помещение для приема пищи	ЛВ-85-00	9	4 х 3 х 3
Столовая на 20 мест	ГОСС С-20	24	9 х 3 х 3
Столовая на 22 места	СРП-22	24	8 х 2,9 х 2,5
Столовая на 16 мест	СК-16	28	10 х 3,2 х 2,5
Столовая на 20 мест	ВС-20	29,5	10,6 х 3,1 х 2,5
	Контейнерные		
Помещение для приема пищи	420-04-09А	14,5	6 х 2,7 х 3
Помещение для приема пищи	312-00	20	7,4 х 3 х 2,8
Столовая на 20 мест	ИЭКС-20-0	26	9,6 х 3 х 3
Столовая на 62 места	5055-6	85	12,2 х 7,5 х 3,1

### 5. Туалеты

Наименование и характеристика	Шифр типового	Полезная	Размеры
-------------------------------	---------------	----------	---------

временных зданий	проекта	площадь, м2	здания, м
	Передвижные		
Туалет на 6 мест	ГОСТ Т-6	24	9 х 3 х 3
Туалет на 8 мест	ТСП-2-8000	24	8,7 х 2,9 х 2,5
	Контейнерные		
Туалет на 8 мест	5055-27А	20,5	7,5 х 3,1 х 3
Туалет на 2 места	494-4-13	4,3	2,7 х 2 х 2,8

### **Проектирование приобъектных складов строительных материалов и конструкций**

Строительные материалы и конструкции, поступающие на строительную площадку, необходимо хранить в условиях обеспечивающих их полную сохранность до момента использования. С этой целью на территории строительной площадки создаются склады различных типов:

- открытые площадки для хранения кирпича, сборных бетонных и железобетонных конструкций, щебня и т. п.;
- навесы для хранения столярных изделий, рулонных материалов, асбоцементных листов и т. п.;
- неотапливаемые закрытые склады для хранения минеральной ваты, фанеры, войлока и т. п.;
- отапливаемые закрытые склады для хранения лаков, красок, химикатов и т. п.;

Площадь складов зависит от запаса строительных материалов, который необходимо создать на строительной площадке с целью обеспечения бесперебойного снабжения ими строительных работ.

Однако, чтобы затраты на устройство и содержание складов не были чрезмерными, запас строительных материалов должен быть минимальным, но достаточным, чтобы гарантировать ритмичность строительства.

Количество строительных материалов и конструкций, подлежащих хранению на приобъектном складе, определяется по формуле:

$$P = \frac{Q}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2 \quad , \text{ где}$$

$Q$  - общая потребность в строительных материалах в натуральных единицах измерения;

$T$  - продолжительность потребления данных строительных материалов в днях;

$N$  - норма запаса материалов в днях;

$k_1$  - коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (при транспортировке автомобильным и железнодорожным транспортом  $k_1 = 1,1$ , а при транспортировке водным транспортом  $k_1 = 1,2$ );

$k_2$  - коэффициент неравномерности потребления материалов в течении расчетного периода ( $k_2 = 1,3$ );

Общая площадь склада складывается из полезной площади, непосредственно занятой материалами, и вспомогательной, занятой проездами, проходами и промежутками между штабелями. Определяется общая площадь склада по формуле:

$$F = \frac{P}{H} \cdot k \text{ где}$$

$H$  - норма складирования материалов на 1 м<sup>2</sup> площади склада;

$k$  - коэффициент использования склада, учитывающий дополнительную площадь, необходимую для организации проходов, проездов, зазоров между штабелями и т. п.;

В зависимости от способа хранения материалов коэффициент  $k$  имеет следующие значения:

$k = 1,15 - 1,25$  - при открытом хранении строительных материалов навалом;

$k = 1,2 - 1,3$  - при открытом хранении строительных материалов в штабелях;



$k = 1,3 - 1,4$  - при хранении строительных материалов в закромах и бункерах;

$k = 1,5 - 1,7$  - при хранении строительных материалов в универсальных закрытых складах;

Расчеты выполняются в табличной форме:

### Расчет площадей приобъектных складов

Таблица 25

№ п.п	Наименование материалов и конструкций	Ед. изм.	Продолжительность	Потребность в материалах		Запас материалов					Норма складирования на 1 м <sup>2</sup>	Полезная площадь, м <sup>2</sup>	$k$	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Тип склада
				Общая	Суточная	в днях	в натур. ед. изм.	$k_1$	$k_2$	асчетн. кол-в материалов					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Кирпич	т. шт.	12	96	8	5	40	1,1	1,3	57,2	0,7	81,7	1,2	12	Открытый

Нормативные показатели для определения площадей приобъектных складов приведены в таблице 8, а рекомендуемый запас материалов в днях, который должен быть создан на складе для обеспечения бесперебойной работы строителей в случае срывов сроков поставок этих материалов, в таблице 26.

### Расчетные нормы запаса строительных материалов на приобъектных складах в днях

Таблица 26

Наименование строительных материалов, конструкций и изделий	При транспортировании		
	автотранспортом на расстояние, км		ж / дорожным транспортом
	до 50 км	св. 50 км	
Сталь (прокатная, арматурная, кровельная), трубы чугунные и	12	15 - 20	25 - 30

стальные, лес круглый, нефтебитум, санитарно-технические материалы;			
Цемент, известь, стекло, рулонные материалы, асбоцементные материалы, переплеты оконные, полотна дверные и воротные, металлические конструкции;	8 - 12	10 - 15	20 - 25
Кирпич, камень бутовый, щебень, гравий, шлак, сборные ж/бетонные конструкции, блоки кирпичные и бетонные, шлакобетонные камни, утеплитель плитный, перегородки;	5 - 10	7 - 12	15 - 20

### Показатели для определения площадей приобъектных складов

Таблица 27

Наименование материалов	Ед. изм.	Норма складирования на 1 м <sup>2</sup>	Высота укладки	Способ укладки	Тип склада
1	2	3	4	5	6
Песок, гравий, щебень	м <sup>3</sup>	3 - 4	5 - 6		открытый
Шлак	м <sup>3</sup>	2 - 3	2 - 3		открытый
Камень бутовый	м <sup>3</sup>	1,3	1,3		открытый
Гипс (алебастр)	т	2,5	2		закрытый
Асбоцементные листы	м <sup>2</sup>	125 - 200	1 - 1,6		навес
Известь (комовая)	т	2	2,5		закрытый
Кирпич	т. шт.	0,7	1,5		открытый
Керамические камни	шт.	425 - 430	2		открытый
Стекло оконное в ящиках	м <sup>2</sup>	70 - 200	0,5 - 0,8	штабель	Закрытый
Цемент в мешках	т	1,3	2	штабель	закрытый
Цемент без упаковки	т	2,2 - 8	1,5	в закромах	закрытый
Цемент в бункерах	т	2,5 - 4	2 - 3	в бункерах	закрытый
Лес круглый	м <sup>3</sup>	1,3 - 2	2 - 3	штабель	открытый
Лес пиленный	м <sup>3</sup>	1,2 - 1,8	2 - 3	штабель	открытый
Переплеты оконные	м <sup>2</sup>	45	2	штабель	навес
Полотна дверные и ворота	м <sup>2</sup>	44	2	штабель	навес
Щиты опалубки	м <sup>2</sup>	20 - 40	2	штабель	открытый
Балки покрытий и перекрытий	м <sup>3</sup>	0,25 - 0,45	1,1 - 2,2	штабель	открытый
Блоки бетонные	м <sup>3</sup>	2 - 2,5	2,5 - 3	штабель	открытый
Колонны	м <sup>3</sup>	0,79 - 0,82	1,6 - 2	штабель	открытый

Крупные стеновые панели	м3	0,95 – 1,0	1,35 –1,5	штабель	открытый
Плиты перекрытий	м3	0,75 – 0,95	2,5	штабель	открытый
Плиты покрытий	м3	0,45- 0,5	2,5	штабель	открытый
Прогоны перекрытий и покрытий	м3	0,6 – 0,9	1,44 –2,12	штабель	открытый
Фермы в вертикальном положении	м3	0,045 –0,07	-	на подкл. с подкосами	открытый
Фермы плашмя	м3	0,032–0,045	-	на подкл-х	открытый
Грубы ж/бетонные	м3	0,3 – 0,4	1,5	штабель	открытый
Стальные швеллеры и двутавры	т	0,7 – 1,0	0,6	штабель	открытый
Рубероид	рулон	15 - 22	1 – 1,5	стеллаж	навес
Плиты сухой штукатурки	т	0,65	2,5	стеллаж	закрытый

### **Проектирование временного электроснабжения строительной площадки**

Электроснабжение строительной площадки рекомендуется предусматривать от постоянных источников. На площадках не обеспеченных электропитанием от постоянных источников по низковольтным сетям необходимо предусматривать установку инвентарных комплектных трансформаторных подстанций. В этом случае электроснабжение строительной площадки, как правило, основывается на использовании существующих в районе строительства постоянных питающих высоковольтных линий электропередач (6 - 10 кв). В подготовительном периоде в качестве источника электроэнергии допускается применение передвижных электростанций.

Прокладка кабелей к потребителям должна выполняться на надземных опорах, а в случае невозможности - в траншеях.

Воздушные линии следует устраивать преимущественно вдоль проездов, совмещая их с опорами освещения, что облегчает условия строительно-монтажных работ на площадке.

Расстояния между опорами низковольтных сетей зависит от рельефа местности и условий строительной площадки и должно быть в пределах от 25 до 40 м, а между опорами высоковольтных линий от 40 до 60 м.

Общая потребность в электроэнергии (потребная мощность источника электроэнергии) определяется по формуле:

$$P = \alpha \cdot \left( \frac{\sum P_1 \cdot k_1}{\cos \varphi_1} + \frac{\sum P_2 \cdot k_2}{\cos \varphi_2} + \sum P_3 \cdot k_3 + \sum P_4 \cdot k_4 + \sum P_5 \cdot k_5 \right) \quad , \text{ где}$$

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях (зависит от их протяженности и сечения),  $\alpha = 1,05 - 1,1$ ;

$\sum P_1$  - суммарная мощность одновременно работающих электродвигателей строительных машин и производственных установок;

$\sum P_2$  - потребная мощность для технологических процессов (электропрогрев бетона, оттаивание грунта и др.);

$\sum P_3$  - суммарная мощность осветительных приборов внутреннего освещения;

$\sum P_4$  - суммарная мощность осветительных приборов наружного освещения;

$\sum P_5$  - суммарная мощность сварочных трансформаторов;

$\cos \varphi_1$  - коэффициент мощности для силовых электродвигателей (в среднем равен 0,7);

$\cos \varphi_2$  - коэффициент мощности для технологических потребителей (в среднем равен 0,8);

$k_1$  - коэффициент одновременности работы (спроса) электродвигателей (до 5 шт. - 0,6; от 6 до 8 шт. - 0,5; более 8 шт. - 0,4);

$k_2$  - коэффициент одновременности работы (спроса) для технологических потребителей (принимается равным 0,4);

$k_3$  - коэффициент одновременности работы (спроса) для осветительных приборов внутреннего освещения (принимается равным 0,8);

$k_4$  - коэффициент одновременности работы (спроса) для осветительных приборов наружного освещения (принимается равным 0,9);

$k_5$  - коэффициент одновременности работы (спроса) для сварочных трансформаторов (до 3 шт. - 0,8; от 3 до 5 шт. - 0,6; от 5 до 8 шт. - 0,5; более 8 шт. - 0,4);

Определение суммарной мощности одновременно работающих электродвигателей строительных машин и производственных установок ( $\Sigma P_1$ ) производится по графику работы строительных машин на момент максимального потребления электроэнергии (таблица 28).

### График работы строительных машин и механизмов

Таблица 28

№	Наименование машин и механизмов	Количество	Мощность электродвигателей, кВт		Периоды строительства (месяцы, недели)							
			на 1 ед.	всего	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Башенный кран КБ-100.0М	1	34,0	34,0			34,0	34,0	34,0			
2	Подъемник С-953	1	8,0	8,0						8,0	8,0	
3	Передвижная кровельная установка ПКУ-35М	1	11,5	11,5						11,5	11,5	
4	Передвижная штукатурная станция СШП-4Б	1	17,5	17,5							17,5	17,5
5	Ручной электроинструмент	3	0,8	2,4	2,4	2,4			2,4	2,4		2,4
					2,4	2,4	34,0	34,0	36,4	21,9	37,0	19,9

$$\Sigma P_1 = 37,0 \text{ кВт.}$$

Фактический расход электроэнергии на технологические нужды ( $\Sigma P_2$ ) определяется по удельному расходу электроэнергии и зависит от объема прогреваемого массива и продолжительности прогрева.

Мощность потребная для производственно-технологических нужд определяется по формуле:

$$P_2 = \frac{P_{уд} \cdot V}{t_{пр}}, \text{ где}$$

$P_{уд}$  - удельный расход электроэнергии на ед. изм. в кВт.ч;

$V$  - объем прогреваемого массива;

$t_{пр}$  - продолжительность прогрева в часах;

Нормативные значения удельного расхода электроэнергии на производственно-технологические нужды следует принимать по таблице 29.

### **Удельный расход электроэнергии на производственно-технологические нужды**

Таблица 29

№	Наименование потребителя электроэнергии	Ед. изм.	Удельная мощность на ед. изм. в кВт
1	Электропрогрев бетона на портландцементе при $M_n < 6 \text{ м}^{-1}$	$\text{м}^3$	95
2	Электропрогрев бетона на портландцементе при $M_n = 6 - 10 \text{ м}^{-1}$	$\text{м}^3$	104 - 140
3	Электропрогрев бетона на портландцементе при $M_n = 10 - 20 \text{ м}^{-1}$	$\text{м}^3$	152 - 190
4	Электропрогрев раствора в швах кирпичной кладки	$\text{м}^3$	40 - 55
5	Прогрев грунта вертикальными электродами	$\text{м}^3$	35 - 44

Потребность в электроэнергии на освещение определяется по удельной мощности, обеспечивающей нормативную освещенность.

Значения удельной мощности для разных потребителей приведены в таблице 30.

### Показатели удельной мощности электроэнергии на освещение

Таблица 30

№	Наименование потребителя электроэнергии	Ед. изм.	Удельная мощность на ед. изм. в кВт
1	Зоны производства свайных, маломеханизированных земляных и бетонных работ	1000 м <sup>2</sup>	0,5
2	Зоны производства механизированных земляных, бетонных и каменных работ	1000 м <sup>2</sup>	0,80
3	Зоны производства монтажных и сварочных работ	1000 м <sup>2</sup>	2,4 - 3
4	Зоны производства отделочных работ	1000 м <sup>2</sup>	15
5	Главные проходы и проезды	1 км	5
6	Второстепенные проходы и проезды	1 км	2,5
7	Охранное освещение	1000 м <sup>2</sup>	1,5
8	Открытые склады	1000 м <sup>2</sup>	2
9	Канторские и общественные помещения	1000 м <sup>2</sup>	15
10	Бытовые помещения	1000 м <sup>2</sup>	12
11	Мастерские	1000 м <sup>2</sup>	18
12	Закрытые склады	1000 м <sup>2</sup>	5

Определение суммарной мощности осветительных приборов внутреннего ( $\Sigma P_3$ ) и наружного ( $\Sigma P_4$ ) освещения рекомендуется выполнять в табличной форме:

### Определение потребности в электроэнергии на освещение:

а) внутреннее

Таблица 31

№	Наименование потребителя электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед.изм. в кВт	Потребная мощность, кВт
---	---	----------	--------	------------------------------------	-------------------------

1	Контора	1000 м <sup>2</sup>	0,02	15	0,3
2	Бытовые помещения	1000 м <sup>2</sup>	0,09	12	1,08
3	Закрытые склады	1000 м <sup>2</sup>	0,05	5	0,25

$$\square P_3 = 1,63 \text{ кВт}$$

б) наружное

№	Наименование потребителя электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед.изм. в кВт	Потребная мощность, кВт
1	Зона монтажных работ	1000 м <sup>2</sup>	0,6	3	1,8
2	Открытые склады	1000 м <sup>2</sup>	0,32	2	0,64
3	Проезды, дороги	1 км	0,5	2,5	1,25

$$\square P_4 = 3,69 \text{ кВт}$$

Для снабжения электроэнергией крупных строительных площадок обычно применяются воздушные линии (ВЛ) напряжением 6 или 10 кВ.

При выборе мощности и расположения трансформаторных подстанций их следует разукрупнять и всемерно приближать к потребителям для уменьшения радиуса действия низковольтных сетей. Наиболее целесообразными являются подстанции с радиусом действия силовых нагрузок до 400 – 500 м.

От трансформаторных подстанций отходят питающие линии (фидеры) низкого напряжения. В строительстве, как правило, применяется трехфазная система напряжением 380/220 В с нулевым проводом, который многократно заземляется. Таким образом, система низкого напряжения имеет четыре провода. Напряжение между фазными проводами в этой системе составляет 380 В, а между любым фазным и нулевым проводом – 220 В. Первое напряжение используют для питания электродвигателей, а второе – для электрического освещения.

После определения общей потребности в электроэнергии производится выбор источника электроэнергии соответствующей мощности.



Характеристики наиболее распространенных трансформаторных подстанций и передвижных электростанций приведены в таблицах 32 и 33.

### Характеристика комплектных трансформаторных подстанций

Таблица 32

Марка	Мощность, кВА	Габаритные размеры, м	
		длина	ширина
СКТП-20-6(10)/0,4	20	3,05	1,55
СКТП-50-6(10)/0,4	50	3,05	1,55
СКТП-100-6(10)/0,4	100	3,05	1,55
КТП-100-10	100	1,55	1,4
КТП-160	160	2,74	1,3
СКТП-180-6(10)/0,4(0,23)	180	2,73	2,0
КТП-250	250	2,9	1,5
СКТП-560	560	3,4	2,27
СКТП-750	750	3,2	2,5

### Характеристика передвижных электростанций

Таблица 33

Марка	Мощность, кВА	Напряжение, В	Габаритные размеры, м	
			длина	ширина
АБ-4Т/230	5	230	1,07	0,56
АБ-8Т/230	10	230	1,42	0,81
ПЭС-15А/М	14,5	230/135	2,2	0,77
ЖЭС-30	30	400/230	2,51	1,03
ЖЭС-60	60	400/230	3,1	1,09
ДГ-50-5	62,5	400/230	6,2	2,3
ЭСД-50-ВС	60	400/230	6,2	2,3
АД-75-Т/400	94	400/230	5,9	2,3
ПЭС-100	160	400/230	6,1	2,3

## Проектирование временного водоснабжения

Временное водоснабжение строительства предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд в воде.

Проектирование временного водоснабжения заключается в определении необходимого диаметра труб временного водопровода.

Диаметр труб временного водопровода определяется по секундному расходу воды на вышеперечисленные нужды.

Общий расход воды для обеспечения нужд строительства с учетом потребности в воде на противопожарные нужды определяется по формуле:

$$Q_1 = 0,5 \times (q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}}) + q_{\text{пож}} \quad (\text{л/с}), \text{ где}$$

$q_{\text{пр}}$  - расход воды на производственные нужды; (л/с)

$q_{\text{хоз}}$  - расход воды на хозяйственно-бытовые нужды; (л/с)

$q_{\text{пож}}$  - расход воды на противопожарные нужды; (л/с)

Расход воды для труб временного водопровода, по которым не предусматривается подача воды на противопожарные нужды, определяется по формуле:

$$Q_2 = q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}} \quad (\text{л/с})$$

Секундный расход воды на производственные нужды определяется по формуле:

$$q_{\text{пр}} = k_{\text{н}} \times \frac{\sum q \times k_1}{T \times 3600}, \quad \text{где}$$

$k_{\text{н}}$  - коэффициент на неучтенный расход воды, принимается равным 1,2;

$\sum q$  - максимальный расход воды на производственно-технологические нужды за смену в литрах;

$k_1$  - коэффициент неравномерности водопотребления, принимается равным 1,5;

$T$  - время потребления воды в часах (продолжительность смены);  
 Секундный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$q_{хоз} = \frac{q_1 \times N \times k_2}{T \times 3600} + \frac{q_2 \times N \times \alpha}{T_{душ} \times 3600}, \text{ где}$$

$q_1$  - удельный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, (л);  
 $q_2$  - удельный расход воды на прием душа одним рабочим, (л);  
 $N$  - число рабочих, работающих в наиболее многочисленную смену;  
 $k_2$  - коэффициент неравномерности потребления воды ( $k_2 = 3$ );  
 $T$  - время потребления воды в часах (продолжительность смены);  
 $T_{душ}$  - продолжительность использования душевой установки в период рабочего времени ( $T_{душ} = 0,8$  часа);  
 $\alpha$  - коэффициент учитывающий число рабочих пользующихся душем ( $\alpha = 0,3 - 0,6$ );

Расход воды на противопожарные нужды ( $q_{пож}$ ) принимается в количестве 10 л/с если площадь строительной площадки не превышает 10 га и 20 л/с при площади строительной площадки от 10 до 50 га. Если площадь строительной площадки больше 50 га, то на каждые последующие 25 га необходимо добавлять по 5 л/с.

Диаметр труб временного водопровода, учитывающего расход воды на противопожарные нужды, определяется по формуле:

$$D_1 = 2 \times \sqrt{\frac{Q_1 \times 1000}{\pi \times v}}, \text{ где}$$

$v$  - скорость воды в трубах (для малых диаметров труб принимается равным 0,6 – 0,9 м/с и для больших 0,9 – 1,4 м/с);

Диаметр труб временного водопровода, по которому не предусматривается подача воды на противопожарные нужды, определяется по формуле:

$$D_2 = 2 \times \sqrt{\frac{Q_2 \times 1000}{\pi \times v}} ;$$

На водопроводной линии необходимо предусмотреть не менее двух пожарных гидрантов, расположенных на расстоянии не более 100 – 150 м один от другого. Пожарные гидранты желательно располагать не дальше 2,5 м от края проезжей части автомобильной дороги, а также не ближе 5 м, но и не более 50 м от строящегося здания.

Принципиальная схема сети временного водопровода может быть принята кольцевой, тупиковой или смешанной.

При необходимости хозяйственно-питьевой водопровод выделяется в самостоятельную систему.

Источником водоснабжения строительной площадки является, как правило, городская сеть. В случае отсутствия такой возможности необходимо в качестве временных источников водоснабжения использовать природные открытые (реки, озера, водохранилища и др.) и подземные (артезианские, ключевые, грунтовые воды) водоемы или резервуары, периодически заполняемые водой. При этом должны соблюдаться требования ГОСТ 2761-84 и ГОСТ 2874-82.

Определение максимального сменного расхода воды на производственно-технологические нужды ( $\Sigma q$ ) рекомендуется выполнять в табличной форме (см. таблицу 34).

## Определение расхода воды на производственно-технологические нужды ( $\Sigma q$ )

Таблица 34

Наименование работ или потребителя воды	Ед. изм.	Кол-во за смену	Удельный расход воды л / ед. изм.	Расход воды л / см
Экскаватор	м - час	8	15	120
Трактор (заправка и обмывка)	м - см	1	250	250
Поливка бетона	м <sup>3</sup>	48	100	4800
Кирпичная кладка	тыс. шт.	16	200	3200
Оштукатуривание поверхностей	м <sup>2</sup>	380	5	1900
Малярные работы	м <sup>2</sup>	460	1	460
				$\square\square q= 4800$

При определении максимального расхода воды на производственные нужды необходимо избегать механического суммирования результатов расчетов по отдельным видам работ.

Поэтому предварительно по календарному плану из работ, для выполнения которых требуется вода, выбираются те, что совмещены по времени их выполнения, а уже затем суммируется потребность в воде, которая необходима для выполнения этих работ, после чего выбирается период с максимальным расходом воды.

В приведенном примере максимальный расход воды приходится на период производства бетонных работ, когда для поливки бетона требуется до 4800 л воды за смену, но это в том случае, если изготовление монолитных бетонных конструкций не совпадает ни с одной из работ, для выполнения которых требуется вода, а кладка кирпичных стен заканчивается до начала штукатурных работ.

Нормативные показатели удельного расхода воды на производственные и хозяйственно-бытовые нужды приведены в таблицах 35 и 36:

## Удельный расход воды на производственные нужды

Таблица 35

Потребитель	Ед. изм.	Удельный расход воды л / ед.изм.
Экскаватор с двигателем внутреннего сгорания	м - час	10 – 15
Автомашины (мойка и заправка)	сутки	300 – 600
Трактор (заправка и обмывка)	сутки	500
Промывка гравия	м <sup>3</sup>	500 – 1000
Приготовление бетона	м <sup>3</sup>	300
Поливка бетона	м <sup>3</sup> в сутки	300
Приготовление раствора	м <sup>3</sup>	200 – 300
Кирпичная кладка	тыс. шт.	200
Оштукатуривание поверхностей	м <sup>2</sup>	2 – 8
Гашение извести	т	2500 – 3000
Малярные работы	м <sup>2</sup>	0,5 - 1

## Удельный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды

Таблица 36

Потребители	Удельный расход воды, л
На 1 рабочего в смену при отсутствии канализации на строительной площадке	15
На 1 рабочего в смену при наличии канализации на строительной площадке	25
На прием душа одним рабочим	30