

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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



М. А. Засовская
(И. О. Фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины «**Нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела**»

Кафедра механики

Научная специальность 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения: очная

Курс(ы) 3


Год начала подготовки 2024

Рабочая программа по дисциплине «Нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела» разработана в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», учебным планом, одобренным ученым советом университета от 28.02.2024, протокол № 03.

Разработчик:
профессор кафедры механики, д.т.н.



Н. А. Малинина

Рассмотрено на заседании					
кафедры			совета направления подготовки/специальности		
Дата, номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись зав. кафедрой	Дата, номер протокола	ФИО председателя совета	Подпись председателя совета
Протокол от 23.04.2024 № 11	Савич В.Л.				

Согласовано:

Руководитель ОПОП
к.т.н., доцент, зав. кафедрой



В. Л. Савич

Аннотация рабочей программы по дисциплине

«Нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела»

Цель преподавания дисциплины:

- знание базовых понятий, результатов и методов решения задач нелинейной механики деформируемого твердого тела — фундаментальной науки, лежащей в основе многих современных технологий.

Задачи изучения:

-выработка навыков разработки методов теоретического описания для нелинейных задач МДТТ;
-умение выполнять построение математических моделей для нелинейных сред МДТТ.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Основными *целями* изучения дисциплины являются:

-основной целью освоения дисциплины является знание базовых понятий, результатов и методов решения задач нелинейной механики деформируемого твердого тела — фундаментальной науки, лежащей в основе многих современных технологий.

1.2. Задачей изучения являются:

-выработка навыков разработки методов теоретического описания для нелинейных задач МДТТ;
-умение выполнять построение математических моделей для нелинейных сред МДТТ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

иметь представление о:

–современном уровне знаний в области решения задач нелинейной механики твердого тела функционально механических свойств и методов расчета в рамках;

знать:

- основные разделы нелинейной динамики теории упругости, пластичности и ползучести, механики сплошных сред;
- приближенные методы математической физики.

уметь:

- формулировать уравнения механики деформируемого твердого тела в отсчетной и текущей конфигурациях;
-формулировать определяющие соотношения упругих, гиперупругих и гипопругих материалов;
- правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения.

владеть:

-техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2.1. Перечень дисциплин, усвоение которых аспирантами необходимо для изучения данной дисциплины: механика сплошных сред, сопротивление материалов, теория упругости, теория ползучести

2.2. Перечень дисциплин, изучение которых базируется на материале данной дисциплины: механика деформируемого твердого тела, обратные задачи механики деформируемого твердого тела.

3. Структура и содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов.

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Всего часов	Контакт	В том числе					СРС	Консультации	Контроль	Экзамен	Зачет
		Лекции	Лаб. бор.	Практ. занят	ИЗ	АК					
108	26,5	12	—	12	2	0,5	81,5	-	-	-	+

3.1.1. Объем часов и зачетных единиц по дисциплине

Наименование раздела (модуля) Наименование темы дисциплины	Всего часов	Ауди- торные заня- тия	в том числе			СР
			лекции	практические	лабораторные	
Тема 1. Движение сплошной среды. Тензорное исчисление. Объективные конвективные производные векторов и тензоров.	21,5	4	2	2	-	17,5
Тема 2. Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипотупругих материалов. Несимметричные тензоры деформаций. Симметричные тензоры деформаций. Тензоры напряжений.	26	8	4	4	-	18
Тема 3. Конечноэлементная аппроксимация неизвестных. Уравнения движения.	26	8	4	4	-	18
Тема 4. Пошаговое интегрирование уравнений движения. Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.	32	4	2	2	-	28
Индивидуальные занятия	2	-		-	-	-
АК	0,5					
Всего часов	108	24	12	12	-	81,5

3.1.2. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий (по семестрам)

№ тем	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	2	3	4
1	Объективные конвективные производные векторов и тензоров	Объективные (инвариантные и индифферентные) тензоры. Определение объективных конвективных производных векторов и тензоров. Объективные (инвариантные и индифферентные) производные тензоров деформаций. Объективные производные тензоров напряжений. Сопряженные тензоры напряжений и деформаций.	2
2	Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипопругих материалов.	Три формы представления закона Гука для линейной деформации тела. Определяющие соотношения гиперупругого, упругого и гипопругого материалов. Теорема Нолла о вложенности формулировок определяющих соотношений гиперупругого, упругого и гипопругого материалов.	4
3	Конечно элементная аппроксимация неизвестных.	Изопараметрические конечные элементы; функции формы 8-узлового конечного элемента. Матрицы и векторы конечного элемента. Матрицы и векторы ансамбля конечных элементов; линеаризованные дискретные уравнения движения.	4
4	Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.	Алгоритмы пошагового интегрирования дискретных уравнений квазистатического и динамического деформирования.	2
Всего			12

3.1.3. Наименование тем (вопросов), выделенных для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов	Литература
1	2	3	4	5
1	Движение сплошной среды.	Лагранжева и Эйлера системы координат; материальное (лагранжево), пространственное (эйлерово) и двойное представления тензоров; операции отображения тензоров	11,5	ОЛ-1,2 ДЛ1-ДЛ-6, М1-М2.
2	Несимметричные тензоры деформаций.	Несимметричные тензоры деформаций: тензоры градиента места, градиента деформации и обратные к ним; тензоры градиентов перемещений; преобразования базисных векторов с помощью тензора градиента деформации.	12	ОЛ-2, ДЛ-1,2, М-1,2

3	Симметричные тензоры деформаций	Полярное (мультипликативное) разложение тензора градиента деформации; механический смысл главных компонент тензоров кратности удлинений. Правые и левые тензоры деформаций; тензоры деформаций Коши - Грина и Пиола. Класс тензоров деформаций Хилла; однопараметрическое семейство тензоров деформаций Сетха. Тензоры малых и линейных деформаций.	12	ОЛ-2, ДЛ-1,2, М-1,2
4	Тензоры напряжений.	Тензоры напряжений Коши, Кирхгоффа, Нолла, первый и второй Пиола - Кирхгоффа.	12	ОЛ-2, ДЛ-1,2, М-1
5	Уравнения движения	Дифференциальные уравнения движения деформируемых тел, записанные в отсчётной и текущей конфигурациях. Слабая форма уравнений движения. Линеаризованные уравнения квазистатического/динамического движения деформируемых тел.	12	ОЛ-1, ДЛ-4
6	Пошаговое интегрирование уравнений движения	Пошаговое интегрирование дискретных уравнений квазистатического и динамического деформирования; итерационное уточнение решения методом Ньютона - Рафсона.	22	ОЛ-1, ДЛ-4
Всего			81,5	

Примечание.

В графе «Литература» приводятся номера учебников, учебных и методических пособий согласно разделам 4.1 и 4.2

3.1.4. Наименование тем, их содержание, объем в часах практических занятий (по семестрам)

№ тем	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	2	3	4
1	Объективные конвективные производные векторов и тензоров	Объективные производные тензоров напряжений. Сопряженные тензоры напряжений и деформаций.	2

2	Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипопругих материалов.	Формы представления закона Гука для линейной деформации тела.	4
3	Конечно элементная аппроксимация неизвестных.	Матрицы и векторы ансамбля конечных элементов; линеаризованные дискретные уравнения движения.	4
4	Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.	Пошаговое интегрирование дискретных уравнений квазистатического и динамического деформирования.	2
Всего			12

3.1.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Не предусмотрены учебным планом.

3.2. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрены учебным планом.

3.3. Перечень тем контрольных работ

Не предусмотрены учебным планом.

3.4. Перечень тем рефератов

Не предусмотрены учебным планом.

3.5. Перечень тем РГР

Не предусмотрены учебным планом.

3.6. Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении учебных занятий

Вид занятий (лекции, практические, лабораторные)	Тема	Интерактив	Количество часов
Лекция	Три формы представления закона Гука для линейной деформации тела. Определяющие соотношения гиперупругого, упругого и гипопругого материалов.	Дискуссия	2
ИТОГО			2

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

4.1. Основная и дополнительная литература

№№ п-п	Автор и наименование	Вид пособия	Год издания	Кол-во экз. в библиотеке
1	2	3	4	5
основная литература:				
ОЛ-1	Механика сплошных сред. Теория и задачи. Дроздова Ю. А. Эглит М. Э.	УП	2010	30
ОЛ-2	Кучерявый В. И. Теория упругости: Учебное пособие. – Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета.	УП	2011	89 http://lib.ugtu.net/book/20832
дополнительная литература				
ДЛ-1	Александров А. В. Сопротивление материалов : Учебник для вузов / Анатолий Васильевич Александров, Владимир Дмитриевич Потапов, Борис Павлович Державин ; Под редакцией А. В. Александрова. - 3-е изд., испр. - Москва : Высшая школа.	У	2003	3
ДЛ-2	Зализняк В. Е. Численные методы : основы научных вычислений : Учебное пособие / Виктор Евгеньевич Зализняк ; Сибирский федеральный университет. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва.	УП	2012	10
ДЛ-3	Механика разрушения и прочность сменных режущих пластин из твердых сплавов / Евгений Владимирович Артамонов [и др.] ; Тюменский государственный нефтегазовый университет ; Под общей редакцией М. Х. Утешева. - Тюмень : Изд-во Тюменского государственного нефтегазового университета.	Др	2013	2
ДЛ-4	Кучерюк В. И. Сопротивление материалов : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Виктор Иванович Кучерюк, Хабиба Садыровна Шагбанова, Оксана Борисовна Полетаева ; Под редакцией Ю. Е. Якубовского. - Тюмень : Изд-во Тюменского государственного нефтегазового университета.	УП	2012	1
ДЛ-5	Чурюмов В. Ю. Механика : Учебное пособие / Вячеслав Юзикович Чурюмов. - Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета	УП	2013	85 http://lib.ugtu.net/book/11932
ДЛ-6	Механические свойства материалов с эффектом памяти формы при сложном температурно-силовом воздействии и ортогональном нагружении : Монография / Иван Николаевич Андронов [и др.]. - Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета	Др.	2010	1 http://lib.ugtu.net/book/891

Примечание:

1. Порядковая нумерация сквозная, двухиндексная (Л-1, Л-2, Л-3 и т.д.);
2. Условные обозначения вида пособия: У – учебник, УП – учебное пособие, Др – монография и другая литература.

4.2. Методические пособия и указания

№№ п-п	Наименование	Год издания	Кол-во экз.
М-1	Лабораторный практикум. Исследование характеристик и свойств сплавов с памятью формы [Текст] : учеб. пособие / И. Н. Андронов [и др.]. – Ухта : УГТУ, 2012. – 63 с.: ил.	2012	28 http://lib.ugtu.net/book/7312
М-2	Андронов, И. Н. Деформационные эффекты в материалах с памятью, инициированные предварительным термотренингом: Учебное пособие / Иван Николаевич Андронов, Николай Павлович Богданов. - Ухта : Изд-во Ухтинского государственного технического университета	2015	5 http://lib.ugtu.net/book/25882

5. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. www.exponenta.ru- Образовательный математический сайт.
2. <http://lib.ugtu.net/books> - Учебно-методические пособия университета (ВЭБС УГТУ)
3. <http://elibrary.ru/projects/subscription/rustitlesfree.asp>? - Образовательный сайт
4. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал
5. Elsevier - <http://www.elsevier.com/> - Англоязычный сайт по проблемам механики
6. Springer - <http://link.springer.com/> - Англоязычный сайт по проблемам механики
7. Scopus - <http://www.scopus.com/> - Научный сайт
8. Web of Sciences <http://apps.webofknowledge.com/> - Научныйсайт

5.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Вычислительная техника: ноутбук DellVostro 1015 (ауд. 104 Л); персональные компьютеры 10 шт. (ауд 117 Л).

Программное обеспечение, в т.ч.:

- для выполнения технологических расчетов и письменных работ: «MicrosoftOffice 2007», «MicrosoftExcel 2007»;
- для математических и инженерных вычислений: «Matlab», «Mathematica»;
- для компьютерной демонстрации презентаций: «MicrosoftPowerPoint2007»;

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для контроля знаний аспирантов по данной дисциплине преподаватель осуществляет промежуточный контроль.

Промежуточный контроль (зачет) осуществляется в виде собеседования в устной или в письменной форме по вопросам изучаемой дисциплины (приложение).

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

производится на базе обычных учебных аудиторий и специализированных лабораторий. Для выполнения СР могут использоваться компьютерные классы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела»

1. Перечень компетенций и этапы их формирования

	Результаты освоения	Этапы формирования (курс/раздел/тема дисциплины)
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные разделы нелинейной динамики теории упругости, пластичности и ползучести, механики сплошных сред; - приближенные методы математической физики. 	<p>Тема 1. Движение сплошной среды. Тензорное исчисление. Объективные конвективные производные векторов и тензоров.</p> <p>Тема 2. Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипопругих материалов. Несимметричные тензоры деформаций. Симметричные тензоры деформаций. Тензоры напряжений.</p> <p>Тема 3. Конечноэлементная аппроксимация неизвестных. Уравнения движения.</p> <p>Тема 4. Пошаговое интегрирование уравнений движения. Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - формулировать уравнения механики деформируемого твердого тела в отсчетной и текущей конфигурациях; - формулировать определяющие соотношения упругих, гиперупругих и гипопругих материалов; - правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения. 	<p>Тема 1. Движение сплошной среды. Тензорное исчисление. Объективные конвективные производные векторов и тензоров.</p> <p>Тема 2. Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипопругих материалов. Несимметричные тензоры деформаций. Симметричные тензоры деформаций. Тензоры напряжений.</p> <p>Тема 3. Конечноэлементная аппроксимация неизвестных. Уравнения движения.</p> <p>Тема 4. Пошаговое интегрирование уравнений движения. Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.</p>
Владеть	<p>техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров.</p>	<p>Тема 1. Движение сплошной среды. Тензорное исчисление. Объективные конвективные производные векторов и тензоров.</p> <p>Тема 2. Формулировки определяющих соотношений для упругих, гиперупругих и гипопругих материалов. Несимметричные тензоры деформаций. Симметричные тензоры деформаций. Тензоры напряжений.</p> <p>Тема 3. Конечноэлементная аппроксимация неизвестных. Уравнения движения.</p> <p>Тема 4. Пошаговое интегрирование уравнений движения. Алгоритмы численной реализации метода конечных элементов.</p>

--	--	--

2.Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы (разделы, темы) дисциплины	Форма контроля	Наименование оценочного средства
1	Тема 1	собеседование	Вопросы к зачету
2	Тема 2	собеседование	Вопросы к зачету
3	Тема 3	собеседование	Вопросы к зачету
4	Тема 4	Зачет	Вопросы к зачету

3. Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные разделы нелинейной динамики теории упругости, пластичности и ползучести, механики сплошных сред; - приближенные методы математической физики. 	<p><i>Пороговый уровень (обязательный)</i></p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>Основные понятия тензорного и векторного анализа. Индексные (тензорные) обозначения. Ранг тензора. Скаляры, векторы, диадики. Преобразование координат. Декартовы тензоры. Законы преобразования компонент декартовых тензоров. Сложение и умножение тензоров. Скалярное произведение вектора на тензор второго ранга и тензора на вектор. Симметрия матриц и тензоров. Главные значения и главные направления симметричных тензоров второго ранга.</p> <p>Основные методы расчета механики сплошных сред упругие, вязкостные, пластичные характеристики, формулы нахождения, компоненты этих формул.</p> <p>основные причины появления трещин в материале с научной точки зрения (появление касательных или нормальных напряжений).</p> <p>методы конечно элементной аппроксимации неизвестных.</p>
	<p><i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i></p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>дополнительно к выше перечисленному: Характеристическое кубическое уравнение тензора и его инварианты. Тензорные поля и дифференцирование тензоров по скалярному аргументу. Дивергенция тензора. Теорема Остроградского для векторного и тензорного полей.</p>

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
		методы расчета механики сплошных сред при решении нелинейных задач, связанных с твердым деформируемым телом с использованием компьютерных технологий направления развития по созданию новых материалов. решение устранения критических напряжений и его математическое описание. Уравнений движения в тензорной форме.
<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать уравнения механики деформируемого твердого тела в отсчетной и текущей конфигурациях; -формулировать определяющие соотношения упругих, гиперупругих и гипопругих материалов; - правильно поставить задачу о деформировании тела в геометрически нелинейной формулировке и использовать современные численные методы для ее решения. 	<p><i>Пороговый уровень (обязательный)</i></p>	<p><i>Уметь:</i></p> <p>использовать конкретные физико - механические свойства материалов в решении нелинейных МДТТ.</p> <p>применять на практике методы математического описания изучаемого исследуемого объекта с мартенситной неупругостью</p> <p>Применять основные методы определения главных напряжений, коэффициентов упругости, пластичности и пр.</p> <p>определять критический порог напряжения лабораторным способом.</p> <p>Использовать на практике методы аппроксимации, уравнения движения сплошных сред в нелинейных задачах МДТТ.</p>
	<p><i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i></p>	<p><i>Уметь:</i></p> <p>дополнительно к выше перечисленному: записывать основные соотношения МДТТ в тензорном виде .</p> <p>моделировать последующее поведение ДТТ.</p> <p>выбирать между разными методами определения характеристик упругих свойств материала.</p> <p>грамотно проводить лабораторные испытания</p> <p>применять методы решения осесимметричных задач.</p>
<p><i>Владеть:</i></p> <p>техникой построения объективных конвективных производных векторов и тензоров.</p>	<p><i>Пороговый уровень (обязательный)</i></p>	<p><i>Владеть:</i></p> <p>навыками определения основных механических свойств материалов.</p> <p>Методами аналитического анализа и составления математической модели ДТТ для последующих исследований</p> <p>способностью читать графики напряжений и коэффициентов материалов.</p> <p>опытом подбора образцов для лабораторных испытаний.</p>

Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	2	3
		Навыками расчета при обработке данных.
	<i>Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)</i>	<i>Владеть дополнительно:</i> навыками использования тензорных свойств напряжений . Производить вариативный анализ поведения ДТТ с мартенситной неупругостью при решении нелинейной задачи программными аналитическими комплексами (ansys т. п.). навыками подготовки образца к испытаниям. Методами обработки динамики движения сплошных сред.

4. Задания для текущего контроля и промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Лагранжева и Эйлера системы координат. Материальное, пространственное и двойное представление тензоров.
2. Несимметричные тензоры деформаций: тензоры градиента места, градиента деформации и обратные к ним.
3. Полярное разложение (мультипликативное) разложение тензора градиента деформации. Механический смысл главных компонент тензоров кратности удлинений.
4. Тензоры напряжений Коши, Кирхгофа, Нолла, первое и второе правило Пиола-Кирхгофа.
5. Объективные (инвариантные и индифферентные) производные тензоров деформаций.
6. Определяющие соотношения гиперупругого, упругого и гипотупругого материалов.
7. Слабая форма уравнений движения.
8. Матрицы и векторы ансамбля конечных элементов. Линеаризованные дискретные уравнения движения.
9. Пошаговое интегрирование дискретных уравнений квазистатического деформирования.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Для контроля знаний по данной дисциплине преподаватель осуществляет промежуточный контроль.

Промежуточный контроль осуществляется в виде письменного опроса по вопросам к зачету.

Во время ответа аспирант должен логически верно, аргументировано, четко и ясно сформулировать ответ на предложенный вопрос. При непоследовательном, сбивчивом изложении материала преподаватель может предложить аспиранту дополнительные вопросы по данной теме.

С целью формирования и развития профессиональных навыков используются инновационные образовательные технологии при сочетании аудиторной работы с внеаудиторной. Такими технологиями являются:

- Лекционная система обучения;
- Информационно-коммуникационные технологии
- Проектные методы обучения
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала. Необходимо предусмотреть использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

При усвоении дисциплины, с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой

Предусмотрены следующие виды контроля и аттестации обучающихся при освоении дисциплины:

- Текущий контроль успеваемости;

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и прохождения практик, он может проводиться в виде коллоквиумов, компьютерного или бланочного тестирования, письменных контрольных работ, оценки участия обучающихся в диспутах, круглых столах, деловых играх, решении ситуационных задач и т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

- индивидуальное собеседование
- письменные ответы на вопросы

Тестовые задания должны охватывать содержание всего пройденного материала. Индивидуальное собеседование, письменная работа проводятся по разработанным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине).

Важную роль при освоении дисциплины играет самостоятельная работа аспирантов, которая запланирована в размере 81,5 часа. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями к основной образовательной программе высшего профессионального образования.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающихся:

- Работа с конспектами лекций.
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины.
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса.

- Изучение обязательной и дополнительной литературы.
- Подготовка к текущему контролю знаний.

В целях фиксации результатов самостоятельной работы аспирантов по дисциплине проводится контроль самостоятельной работы. Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра.

При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- реферат,
- коллоквиум,
- контрольная работа,
- другие по выбору преподавателя.

Аспирант организует самостоятельную работу в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателем. Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна нацеливать аспирантов на получение навыков самостоятельной научной работы, обработки научной информации и носить поисковый характер, нацеливая аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

Уровни и критерии итоговой оценки результатов освоения дисциплины

Уровни		Критерии выполнения заданий	Итоговая оценка
Недостаточный		Имеет представление о содержании дисциплины, но не знает основные положения темы, раздела, к которому относится задание, не способен выполнить задание с очевидным решением.	Неудовлетворительно (незачет)
Базовый		Знает и воспроизводит основные положения дисциплины в соответствии с заданием, применяет их для выполнения типового задания, в котором очевиден способ решения	Удовлетворительно (зачет)
Повышенный	ПУ1	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними.	Хорошо (зачет)
	ПУ2	Знает, понимает основные положения дисциплины, демонстрирует умение применять их для выполнения задания, в котором нет явно указанных способов решения. Анализирует элементы, устанавливает связи между ними, сводит их в единую систему, способен выдвинуть идею, спроектировать и презентовать свой проект (решение).	Отлично (зачет)

