

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 17:12:35

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Программное обеспечение геомеханических расчетов

Закреплена за подразделением Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Направление подготовки 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144 Формы контроля в семестрах:
в том числе: экзамен 11

аудиторные занятия 60

самостоятельная работа 48

часов на контроль 36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	Неделя 10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Лабораторные	20	20	20	20
Практические	20	20	20	20
Итого ауд.	60	60	60	60
Контактная работа	60	60	60	60
Сам. работа	48	48	48	48
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

- , ст.преп., Пугач Александр Сергеевич

Рабочая программа

Программное обеспечение геомеханических расчетов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, 21.05.05-СФП-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Протокол от г., №

Руководитель подразделения д. ф.-м. н. Винников В.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов: - теоретической и практической базы по осуществлению геомеханических расчётов и знаний о применяемом на определённом этапе работ и для определённых задач программном обеспечении; - умения решать сложные практические задачи по созданию геометрии геомеханического объекта, оценивать напряжённо-деформированное состояние грунтового массива или массива горных пород, моделировать поведение геоматериала с применением структурных элементов, осуществлять расчёты в специализированных программах, применяемых на производстве, писать алгоритмы программного кода для реализации расчётов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Лабораторные методы структурной диагностики геоматериалов	
2.1.2	Моделирование физических процессов горного производства	
2.1.3	Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля	
2.1.4	Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	
2.1.5	Геомеханическое обеспечение подземного строительства	
2.1.6	Методы и средства геоконтроля	
2.1.7	Радиационный контроль и безопасность технологических процессов в горном деле	
2.1.8	Электроника и измерительная техника	
2.1.9	Горная геофизика	
2.1.10	Основы механики разрушения	
2.1.11	Физико-технический контроль минерального сырья, продукции и отходов предприятий горной промышленности	
2.1.12	Геомеханические процессы	
2.1.13	Компьютерные методы в научных исследованиях	
2.1.14	Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг	
2.1.15	Физико-химические методы исследования геоматериалов	
2.1.16	Измерения в физическом эксперименте	
2.1.17	Иностранный язык	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: способность выявлять новые закономерности взаимодействия горных пород с полями различной физической природы и разрабатывать на этой основе новые методы, технические средства, методики контроля качества минерального сырья и готовой продукции, контроля и мониторинга геологической среды и объектов горного производства, неразрушающего контроля объектов горного производства	
Знать:	
ПК-4-31 методы геомеханических расчётов и применяемое для каждого метода программное обеспечение.	
ПК-4-32 методы моделирования: - напряжённо-деформированного состояния горных массивов, - действия полей различной природы (механическое, тепловое, сейсмическое, волновое), - систем контроля геологической среды и неразрушающего контроля за состоянием объектов горного производства.	
ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами	
Знать:	
ПК-5-31 нормативные документы, регламенты, по которым осуществляется работа служб неразрушающего контроля горного производства и служб прогноза опасных динамических явлений, отделов геомеханики и лабораторий геомеханического моделирования; организацию и структуру этих служб.	
ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований	

Знать:
ПК-3-31 основные принципы работы инструментов для неразрушающего контроля грунтовых массивов и массивов горных работ, требования к технике безопасности производственных объектов.
ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами
Уметь:
ПК-5-У1 принимать взвешенные решения по работе служб предприятий горного производства на основании геомеханических расчётов.
ПК-4: способность выявлять новые закономерности взаимодействия горных пород с полями различной физической природы и разрабатывать на этой основе новые методы, технические средства, методики контроля качества минерального сырья и готовой продукции, контроля и мониторинга геологической среды и объектов горного производства, неразрушающего контроля объектов горного производства
Уметь:
ПК-4-У1 выявлять закономерности взаимодействия грунтов и горных пород с действующими физическими полями на основе применения программного обеспечения.
ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований
Уметь:
ПК-3-У2 устанавливать взаимосвязь между результатами измерений инструментальными методами и геомеханическими процессами, происходящими в массиве.
ПК-3-У1 совместно интерпретировать результаты измерений и результаты геомеханических расчётов для составления рекомендаций технологическим службам и отделам безопасности предприятий горной отрасли.
ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами
Владеть:
ПК-5-В1 организационными и руководящими навыками.
ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований
Владеть:
ПК-3-В1 навыками измерений, контроля, интерпретации и экспертного анализа геомеханических процессов.
ПК-4: способность выявлять новые закономерности взаимодействия горных пород с полями различной физической природы и разрабатывать на этой основе новые методы, технические средства, методики контроля качества минерального сырья и готовой продукции, контроля и мониторинга геологической среды и объектов горного производства, неразрушающего контроля объектов горного производства
Владеть:
ПК-4-В1 навыками разработки новых методов контроля геологической среды и объектов горного производства на основе геомеханических расчётов с применением программного обеспечения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Раздел 1. Основы программного обеспечения геомеханических расчётов							

1.1	Основные понятия и определения. Постановка задач геомеханики. Структура и цели применения программных обеспечений. Выбор программного обеспечения. Создание расчётной схемы. Документы, регламентирующие применение программного обеспечения на предприятиях горного производства. Работа и организация служб контроля и прогноза геомеханических процессов. /Лек/	11	2	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.3 Л1.6Л2.1 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13			
1.2	Изучение и проработка лекционного материала. Изучение строительных норм и правил (СНиП'ов), стандартов организаций (СТО), технической документации. Знакомство с интерфейсом и практическим руководством программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.3 Л1.6Л2.1 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12 Э13		КМ1,К М2	
	Раздел 2. Раздел 2. Графическая интерпретация структурных элементов массива, технологических объектов горного производства, построение геометрии							
2.1	ВМ-технологии при создании геомеханических объектов горного производства. Проектирование строительных планов. Геопространственный анализ, геодезические изыскания и координаты, гидравлические и гидрогеологические расчёты. Обработка геодезических данных. /Лек/	11	2	ПК-4-31 ПК-5-31	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М2	
2.2	Работа с чертежами. Создание и анализ поверхностей. Создание профилей, трасс и участков. Объекты профилирования. /Лаб/	11	4	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М2	Р1
2.3	Изучение и проработка лекционного материала. Изучение основ работы в программных пакетах для создания инженерных проектов (Autocad 3D Civil). Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	4	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М2	

	Раздел 3. Раздел 3. Аналитические расчёты, интерпретация результатов расчётов в специализированных программных продуктах							
3.1	Импорт и экспорт данных. Табличное представление данных. Понятия о тензорах, матрицах, векторах. Численные преобразования (линейные и нелинейные). Операции над элементами массива данных. Логические преобразования. Поиск решений и деревья решений. Ввод в программное обеспечение собственных уравнений, описывающих процесс. Представление физических свойств, изменяющихся со временем. Зависимые и независимые переменные. /Лек/	11	2	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.5Л2.5 Э2 Э4 Э5 Э9 Э10 Э13		КМ1,К М2	
3.2	Линейные и нелинейные численные преобразования уравнений для геомеханических расчётов. /Пр/	11	2	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Л1.5Л2.5 Э2 Э4 Э5 Э9 Э10 Э13		КМ1,К М2	Р2
3.3	Обработка и интерпретация расчётов напряжённо-деформированного состояния породного массива. Получение критериев с применением пакетов программ на основании выбранной теории прочности. /Лаб/	11	2	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Л1.5Л2.5 Э2 Э4 Э5 Э9 Э10 Э13		КМ1,К М2	Р3
3.4	Изучение и проработка лекционного материала. Анализ методов численных преобразований в геомеханических расчётах. Теории прочности в геомеханике. Изучение интерфейса и практического руководства программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	4	ПК-3-31 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Л1.5Л2.5 Э2 Э4 Э5 Э9 Э10 Э13			
	Раздел 4. Раздел 4. Программное обеспечение для реализации решений методом конечных элементов							

4.1	Метод конечных элементов. Моделирование систем и процессов с применением метода конечных элементов. Дифференциальные уравнения. Законы сохранения и законы равновесия. Начальные и граничные условия. Моделирование с применением таких пакетов программ, как ANSYS, COMSOL Multiphysics, Midas. /Лек/	11	2	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.3 Л1.6 Э10 Э13		КМ1,К М2	
4.2	Моделирование методом конечных элементов в специализированных программах для геомеханических расчётов (Plaxis, ZSoil). Особенности работы в Plaxis и ZSoil. Напряжённо-деформированное состояние массива, учёт порового пространства и водопонижения. /Лек/	11	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.3 Л1.6 Э4 Э5		КМ1,К М2	
4.3	Расчёт напряжённого состояния в окрестности выработки в зависимости от условий залегания полезного ископаемого и от горно-геологических условий. /Пр/	11	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4		КМ1,К М2	Р4
4.4	Расчёт численными методами напряжённого состояния в окрестности выработки в зависимости от условий залегания полезного ископаемого и от горно-геологических условий. /Лаб/	11	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Э4 Э5		КМ1,К М2	Р5
4.5	Упруго-пластическая модель (идеальная пластичность, уплотнение и разрыхление). Моделирование линейных и нелинейных пространств в средах Plaxis и ZSoil. /Лаб/	11	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Э4 Э5		КМ1,К М2	Р6
4.6	Структурная механика, механика флюидов. Моделирование однофазных и двухфазных пространств в средах Plaxis и ZSoil. /Лаб/	11	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.4 Э4 Э5		КМ1,К М2	Р7

4.7	Изучение и проработка лекционного материала. Анализ метода конечных элементов для геомеханических расчётов. Теории твёрдого тела, пластичного тела, флюида. Изучение интерфейса и практического руководства программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	12	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Э4 Э5 Э10 Э13		КМ1,К М2	
Раздел 5. Раздел 5. Программное обеспечение для реализации решений методом дискретных элементов								
5.1	Метод дискретных элементов. Ввод начальных данных в дискретные элементы. Формирование связей между дискретными элементами, взаимовлияние дискретных элементов. Определение внешних действующих полей. Дискретные элементы в процессах обогащения, дробления, формирования окатышей, оценки равномерности нагрева поверхностей дискретных элементов. Моделирование с применением пакета программ Rocky. /Лек/	11	2	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.4 Э12		КМ1,К М2	
5.2	Метод дискретных элементов для моделирования геомеханических процессов в массиве грунтов и горных пород. Формирование связей между дискретными элементами, взаимовлияние дискретных элементов, разрыв связей. Моделирование с применением пакета программ tNavigator. Применяемые для крупных расчётов ресурсы CPU и GPU. /Лек/	11	2	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.4		КМ1,К М2	
5.3	Проектирование скважин для добычи нефти/газа. Расчёт работы скважин. Расчёт развития трещин при гидравлическом разрыве пласта. /Пр/	11	4	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4		КМ1,К М2	Р8
5.4	Изучение и проработка лекционного материала. Анализ метода дискретных элементов для геомеханических расчётов. Изучение интерфейса и практического руководства программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	8	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.4 Э12			

	Раздел 6. Раздел 6. Объектно-ориентированные модели в геомеханических расчётах							
6.1	Метод структурных элементов в геомеханических расчётах. Элемент Гука, элемент Ньютона, элемент Сен-Венана. Представление элементов через их характеристики. Составные модели элементов, описывающие поведение горных пород, приближенное к реальному поведению. Геомеханические расчёты в объектно-ориентированной среде. /Лек/	11	2	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.1 Э3		КМ1,К М2	
6.2	Анализ структурных элементов и составных моделей для осуществления геомеханических расчётов. /Пр/	11	4	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э3		КМ1,К М2	Р9
6.3	Метод структурных элементов в геомеханических расчётах с применением численного моделирования. /Лаб/	11	2	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э3		КМ1,К М2	Р10
6.4	Изучение и проработка лекционного материала. Анализ метода структурных элементов для геомеханических расчётов. Изучение интерфейса и практического руководства программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	10	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э3		КМ1,К М2	
	Раздел 7. Раздел 7. Комплексное применение пакетов компьютерных программ для геомеханических расчётов							
7.1	Специализированные пакеты программ для геомеханических расчётов. Проекты и паспорта горных работ. Геомеханические расчёты в программных комплексах таких, как GeoSoft, Rocscience, Geomechanics. Комплексное применение различных пакетов программ. /Лек/	11	4	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31				
7.2	Анализ проектов и паспортов горных работ, инструкций по безопасности. /Пр/	11	6	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1			КМ1,К М2	Р11

7.3	Расчёт технических характеристик предлагаемых инженерных решений на основе пакетов программ GeoSoft, Rocscience, Geomechanics. Комплексное применение пакетов программ. /Лаб/	11	6	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Э6 Э7 Э8			Р12
7.4	Изучение и проработка лекционного материала. Изучение строительных норм и правил (СНиП'ов), стандартов организаций (СТО), технической документации. Знакомство с интерфейсом и практическим руководством программных обеспечений. Работа в библиотеке/Интернете. /Ср/	11	6	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1			КМ1, КМ2	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольные вопросы	ПК-3-31; ПК-4-31; ПК-4-32; ПК-5-31	<p>Раздел 1. Основы программного обеспечения геомеханических расчётов</p> <ol style="list-style-type: none"> Для каких целей и какие пакеты программ применяют при геомеханических расчётах? Чем реализация одних пакетов программ отличается от других? Какие уравнения из области геомеханики положены в основу вычислений в программных комплексах? Что понимают под явным и неявным методами интегрирования? Что понимают под оптимизацией решения задач численным методом? Какие методы контроля и прогноза состояния массива вам известны? Как связать измеряемые инструментально параметры горных пород, слагающих массив, с физическими свойствами массива горных пород? Как связать измеряемые инструментально параметры горных пород, слагающих массив, со значениями, получаемыми в результате расчётов? Какова структура и последовательность работы лабораторий геомеханики? <p>Раздел 2. Графическая интерпретация структурных элементов массива, технологических объектов горного производства, построение геометрии</p> <ol style="list-style-type: none"> Какими способами можно создать точки объекта? Как отдельные точки объединить в группу точек? В чём преимущества применения Autocad 3D Civil для проектирования инженерных объектов? Как настроить параметры группы точек? Какие средства создания поверхностей вы знаете? Как настроить вид точек? Что понимает под трассой, профилем, коридором при создании геометрии моделируемого объекта? <p>Раздел 3. Аналитические расчёты, интерпретация результатов расчётов в специализированных программных продуктах</p> <ol style="list-style-type: none"> Как задавать логические выражения в различных программных пакетах?

		<p>2. Как задавать анизотропию физических свойств?</p> <p>3. Как перейти от декартовой системы координат к системе координат в главных осях?</p> <p>4. Что такое дерево решений?</p> <p>5. Как в дереве решений задаются функции и осуществляется выбор ветви?</p> <p>6. Почему с исходными данными, полученными импортом в виде таблицы, программа может не выполнять численные преобразования?</p> <p>7. Как задать переменную в дифференциальном уравнении, которая изменяется со временем?</p> <p>Раздел 4. Программное обеспечение для реализации решений методом конечных элементов</p> <p>1. Что понимают под функцией существования?</p> <p>2. Какие модели материалов вы знаете?</p> <p>3. В чём заключается закон сохранения?</p> <p>4. Как он задаётся в пакетах программ при геомеханических расчётах?</p> <p>5. Как формируется матрица жёсткости?</p> <p>6. Что понимают под эффективными напряжениями?</p> <p>7. Как выводят формулу для расчёта эффективных напряжений?</p> <p>Раздел 5. Программное обеспечение для реализации решений методом дискретных элементов</p> <p>1. Как задаётся шаг для расчёта дискретных элементов при моделировании массива?</p> <p>2. Для чего задают шаг, предшествующий начальному моменту времени при моделировании массива?</p> <p>3. Какие допущения принимают при решении методом дискретных элементов при моделировании массива?</p> <p>4. Как взаимодействует элемент с остальными элементами при моделировании массива?</p> <p>5. Как разрушается массив в соответствии с теорией своде естественного равновесия?</p> <p>6. Какие типы связей и как задаются между дискретными элементами при моделировании процесса перемешивания частиц в барабанной установке?</p> <p>7. Какие типы связей и как задаются при моделировании дезинтеграции элемента (например, моделирование разрушения образца при методе толчения)?</p> <p>Раздел 6. Объектно-ориентированные модели в геомеханических расчётах</p> <p>1. Что такое элементарный объём?</p> <p>2. Как понять, что элемент представляет собой элементарный объём?</p> <p>3. Что представляет собой элемент Ньютона?</p> <p>4. Какие сложные модели систем структурных элементов вы знаете?</p> <p>5. Что такое иерархия в инженерных подходах?</p> <p>6. Как задать элемент Сен-Венана в объектно-ориентированной среде?</p> <p>7. Как задать свойства элементов в объектно-ориентированной среде?</p> <p>8. Как задать связи между элементами в объектно-ориентированной среде?</p> <p>Раздел 7. Комплексное применение пакетов компьютерных программ для геомеханических расчётов</p> <p>1. Как и для чего создают преднагружение массива?</p> <p>2. Что понимают под коэффициентом запаса устойчивости массива?</p> <p>3. Как осуществляется создание призмы сдвижения?</p> <p>4. Как оценить осадку здания в течение времени под действием силы тяжести?</p> <p>5. Как задать насыпь или набережную?</p> <p>6. Для чего служит 1D моделирование в геомеханических расчётах?</p>
--	--	---

			7. Что понимают под перидинамикой при геомеханических расчётах?
КМ2	Экзамен	ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-5-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типы программных расчётных комплексов для решения задач геомеханики. 2. Прогноз геомеханических процессов. Региональный прогноз и программное обеспечение. 3. Прогноз геомеханических процессов. Локальный прогноз и программное обеспечение. 4. Физические свойства, применяемые в геомеханических расчётах. 5. BIM-технологии при создании геомеханических объектов. 6. Проектирование строительных планов. 7. Геодезические изыскания. Нанесение отметок на планы горных работ. 8. Объекты геометрии. Профили. Трассы. Участки. 9. Типы представления массивов данных. 10. Численные преобразования. Линейные преобразования. 11. Численные преобразования. Нелинейные преобразования. 12. Булева алгебра и логика. 13. Уравнения Эйлера и Лагранжа. Создание подвижной сетки конечных элементов. 14. Численное моделирование. Основы метода конечных элементов. 15. Численное моделирование. Основы метода дискретных элементов. 16. Граничные условия I рода. 17. Граничные условия II рода. 18. Граничные условия III рода. 19. Граничные условия IV рода. 20. Геомеханические расчёты сложных систем. Взаимодействие системы "флюид-твёрдое тело". 21. Расчёт условий преднапряжения массива. 22. Задача Буссинеска при расчётах влияния здания на грунт. 23. Поровое давление и эффективные напряжения. 24. Метод структурных элементов в геомеханических расчётах. 25. Объектно-ориентированная среда в геомеханических расчётах. 26. Методы программирования при геомеханических расчётах. 27. Вероятностная оценка свойств горных пород. 28. Вероятностная оценка результатов решения геомеханических задач. 29. Принципы расчёта различных конструкций стены в грунте. 30. Принципы расчёта устойчивости уступов и откосов.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Лабораторная работа №1	ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Построение чертежей изучаемого объекта для последующих геомеханических расчётов.
P2	Практическая работа №1	ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Линейные и нелинейные численные преобразования уравнений для геомеханических расчётов.
P3	Лабораторная работа №2	ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Обработка и интерпретация расчётов напряжённо-деформированного состояния породного массива. Получение критериев с применением пакетов программ на основании выбранной теории прочности.
P4	Практическая работа №2	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Расчёт напряжённого состояния в окрестности выработки в зависимости от условий залегания полезного ископаемого и от горно-геологических условий.
P5	Лабораторная работа №3	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Расчёт численными методами напряжённого состояния в окрестности выработки в зависимости от условий залегания полезного ископаемого и от горно-геологических условий.

P6	Лабораторная работа №4	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Упруго-пластическая модель (идеальная пластичность, уплотнение и разрыхление). Моделирование линейных и нелинейных пространств в средах Plaxis и ZSoil.
P7	Лабораторная работа №5	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Структурная механика, механика флюидов. Моделирование однофазных и двухфазных пространств в средах Plaxis и ZSoil.
P8	Практическая работа №3	ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Проектирование скважин для добычи нефти/газа. Расчёт работы скважин. Расчёт развития трещин при гидравлическом разрыве пласта.
P9	Практическая работа №4	ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Анализ структурных элементов и составных моделей для осуществления геомеханических расчётов.
P10	Лабораторная работа №6	ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Метод структурных элементов в геомеханических расчётах с применением численного моделирования.
P11	Практическая работа №5	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Анализ проектов и паспортов горных работ, инструкций по безопасности.
P12	Лабораторная работа №7	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Расчёт технических характеристик предлагаемых инженерных решений на основе пакетов программ GeoSoft, Rocscience, Geomechanics. Комплексное применение пакетов программ.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен в одиннадцатом семестре. Допуском к экзамену служит усвоение формируемых компетенций, защита выполненных практических и лабораторных работ. Приём защиты работ и текущий лекционный контроль преподаватель осуществляет на основе оценочных средств устных опросов раздела 5.1 Фонда оценочных материалов. Экзамен сдают устно. Экзамен состоит из двух теоретических вопросов (примерные вопросы к экзамену представлены в разделе 5.1): первый направлен на знание общей теории программного обеспечения геомеханических расчётов, второй - прикладному применению программного обеспечения геомеханических расчётов.

Пример экзаменационного билета

1. Типы программных расчётных комплексов для решения задач геомеханики.
2. Расчёт условий преднапряжения массива.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

В одиннадцатом семестре дисциплина считается успешно освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично"), осуществляется на основании ответов на вопросы и с учётом работы студентов в аудитории на усвоение лекционного материала;
- выполнены и защищены все практические работы;
- выполнены и защищены все лабораторные работы.

Выполнение перечисленных условий позволяет получить допуск к экзамену.

Оценка выставляется по четырехбалльной шкале ("неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо" или "отлично") как среднее арифметическое из оценок, полученных за освоение каждой компетенции, в соответствии со следующими критериями:

ПК-3 Незнание и непонимание принципов работы инструментов для неразрушающего контроля грунтовых массивов и массивов горных пород, требований к технике безопасности производственных объектов Допороговый уровень (оценка "неудовлетворительно")

Выборочное знание принципов работы инструментов для неразрушающего контроля грунтовых массивов и массивов горных пород, требований к технике безопасности производственных объектов Пороговый уровень (оценка "удовлетворительно")

Знание и понимание базовых принципов работы инструментов для неразрушающего контроля грунтовых массивов и массивов горных пород, требований к технике безопасности производственных объектов. Продвинутый уровень (оценка "хорошо")

Исчерпывающее знание и понимание основных принципов работы инструментов для неразрушающего контроля грунтовых массивов и массивов горных пород, требований к технике безопасности производственных объектов. Продвинутый уровень Высокий уровень (оценка "отлично")

ПК-4 Незнание методов геомеханических расчётов и применяемого для каждого метода программного обеспечения Допороговый уровень (оценка "неудовлетворительно")

Выборочное знание методов геомеханических расчётов и применяемого для каждого метода программного обеспечения Пороговый уровень (оценка "удовлетворительно")

Знание и понимание методов геомеханических расчётов и применяемого для каждого метода программного обеспечения, методов моделирования Продвинутый уровень (оценка "хорошо")

Исчерпывающее знание и понимание методов геомеханических расчётов и применяемого для каждого метода программного обеспечения, методов моделирования Высокий уровень (оценка "отлично")

ПК-5 Незнание нормативных документов, регламентов, по которым осуществляется работа служб неразрушающего контроля горного производства и служб прогноза опасных динамических явлений, отделов геомеханики и лабораторий геомеханического моделирования Допороговый уровень (оценка "неудовлетворительно")

Выборочное знание нормативных документов, регламентов, по которым осуществляется работа служб неразрушающего контроля горного производства и служб прогноза опасных динамических явлений, отделов геомеханики и лабораторий геомеханического моделирования Пороговый уровень (оценка "удовлетворительно")

Знание и понимание нормативных документов, регламентов, по которым осуществляется работа служб неразрушающего контроля горного производства и служб прогноза опасных динамических явлений, отделов геомеханики и лабораторий геомеханического моделирования Продвинутый уровень (оценка "хорошо")

Исчерпывающее знание и понимание нормативных документов, регламентов, по которым осуществляется работа служб неразрушающего контроля горного производства и служб прогноза опасных динамических явлений, отделов геомеханики и лабораторий геомеханического моделирования Высокий уровень (оценка "отлично")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Баклашов И. В., Картозия Б. А., Шашенко А. Н., Борисов В. Н.	Геомеханика: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2004
Л1.2	Винников В. А., Каркашадзе Г. Г.	Гидромеханика: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки бакалавров и магистров "Горное дело"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Каркашадзе Г. Г.	Моделирование физических процессов горного производства. Ч. 1: учеб. пособие для студ. напр. подготовки 131201 "Физические процессы горн. или нефтегаз. пр-ва" ФГОС ВПО	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2013
Л1.4	Баклашов И. В.	Основы геомеханики	Библиотека МИСиС	, 2004
Л1.5	Вознесенский А. С.	Компьютерные методы в научных исследованиях: практикум по лаб.- прак. занятиям и самостоят. раб. для студ. спец. 130401 - Физические процессы горн. и нефтегаз. пр-ва	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2014
Л1.6	Каркашадзе Г. Г.	Моделирование физических процессов горного производства. Ч. 2. (N 2471): учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Смирнов А. А.	Прикладное программное обеспечение: учебно-практическое пособие: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Евразийский открытый институт, 2011
Л2.2	Максименко Л. А., Утина Г. М.	Выполнение планов зданий в среде AutoCAD: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л2.3	Поротникова С. А., Мещанинова Т. В.	Уроки практической работы в графическом пакете AutoCAD: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л2.4	Пакулин В. Н.	Программирование в AutoCAD	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л2.5	Вознесенский А. С.	Компьютерные методы в научных исследованиях. Руководство по лабораторно-практическим и самостоятельным занятиям: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец."Физ. процессы горн. или нефтегаз. пр-ва"	Электронная библиотека	М.: Изд-во МГГУ, 2009
Л2.6	Хиврин М. В.	Аппаратное и программное обеспечение управления технологическими процессами: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Autodesk 3D Design, Engineering & Construction Software [Электронный ресурс] - URL: https://www.autodesk.com/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.autodesk.com/
Э2	Mathcad: Math Software for Engineering Calculations Mathcad [Электронный ресурс] - URL: https://www.mathcad.com/en/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.mathcad.com/en/
Э3	The Modelica Association - Modelica Association [Электронный ресурс] - URL: https://modelica.org/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://modelica.org/

Э4	ZSoil Программный комплекс для геотехнического расчёта [Электронный ресурс] - URL: https://zsoil.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://zsoil.ru/
Э5	Plaxis Геотехнические расчёты [Электронный ресурс] - URL: https://www.plaxis.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.plaxis.ru/
Э6	Malinin Soft. Программы для геотехнических расчётов [Электронный ресурс] - URL: https://malininsoft.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://malininsoft.ru/
Э7	2D and 3D Geotechnical Software Rocscience Inc. [Электронный ресурс] - URL: https://www.rocscience.com/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.rocscience.com/
Э8	Геомеханика [Электронный ресурс] - URL: https://geomechsoft.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://geomechsoft.ru/
Э9	Home - GeoMechanics Technologies [Электронный ресурс] - URL: http://www.geomechanics-technologies.com/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	http://www.geomechanics-technologies.com/
Э10	Ansys Engineering Simulation Software [Электронный ресурс] - URL: https://www.ansys.com/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.ansys.com/
Э11	Welcome to Python.org [Электронный ресурс] - URL: https://www.python.org/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.python.org/
Э12	ROCKY, моделирование частиц методом DEM, - ROCKY DEM [Электронный ресурс] - URL: https://www.rocky-dem.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.rocky-dem.ru/
Э13	Ansys Лицензирование, внедрение, консалтинг [Электронный ресурс] - URL: https://www.cadfem-cis.ru/ (Дата обращения 14.06.2022 г.)	https://www.cadfem-cis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	ANSYS Academic Research CFD
П.4	Fidesys Professional
П.5	Autodesk AutoCAD
П.6	Microsoft Office
П.7	MS Teams
П.8	Python
П.9	MATCAD
П.10	RocData
П.11	Unwedge
П.12	Dips Rocscience
П.13	Comsol Multiphysics
П.14	Anaconda

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Л-730	Компьютерный класс	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/ - 1штGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse - 1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel -DH67CF/4Gb/750Gb.-19шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i5 2400 3.10Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb-1шт., компьютер стационарный тип 2 Kraftway Credo KC36 -1шт., ксерокс CANON IR 1210 -1шт., проектор мультимедийный SANYO-PLC-XD2200 -1шт., монитор 19" ACER V193b -1шт., монитор LCD 17 NEC70GX2-1шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER-1шт., комплект учебной мебели
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для успешного освоения дисциплины по курсу "Программное обеспечение геомеханических расчётов" учащимся следует ответственно подходить к самостоятельной работе. Своевременное изучение, повторение и работа с материалами позволяют закрепить пройденное и способствуют более успешному и качественному усвоению информации. Курсом предусмотрен лекционный материал и выполнение практических и лабораторных работ.

Подготовка к лекционному занятию предусматривает изучение и усвоение материалов каждой предшествующей лекции. Работа на лекции заключается в умении выявлять логические связи между физическими свойствами, процессами, теорией, лабораторными испытаниями и применимостью их результатов в инженерной практике, умении улавливать смысл формулировок, и отображать их в краткой форме в виде отдельных конспектов, умении грамотно и чётко формулировать

уточняющие вопросы, позволяющие более углубиться в суть материала.

Конспект лекций также дополняет специализированная литература, предлагаемая лектором помимо основной.

Проявляемая заинтересованность, увлечённость предметом, поиском идей и новых абстрактных представлений в совокупности с серьёзным и тщательным изучением лекционного материала позволяет овладеть теоретической частью дисциплины во всём её разнообразии и широте.

Подготовка на основании лекционного материала является основой для подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

Подготовку к каждому практическому и лабораторному занятию следует начинать с ознакомления со структурой занятия по соответствующей теме.

В процессе подготовки к практическим и лабораторным занятиям необходимо обращать особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной и дополнительной литературы, а также дополнительных ресурсов с применением сети Интернет.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует отношение к конкретной проблеме.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических и лабораторных занятиях. Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после её прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, применяя рекомендованные литературные источники, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль входит в объём часов, отводимых на самостоятельную работу студента, предусмотренную рабочей программой.

2 Аудиторную самостоятельную работу на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины, обеспечивающую получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, аудиторная самостоятельная работа обеспечивает общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3 Внеаудиторную самостоятельную работу.