



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
«Шахтное и подземное строительство»

Макишин В.Н.

« 14 » января 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор
Отделения горного и нефтегазового дела

Шестаков Н.В.

« 15 » января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика подземных сооружений

Специальность 21.05.04 Горное дело

специализация «Шахтное и подземное строительство»

Форма подготовки очная

курс 4
семестр 7
лекции – 36 час.
практические занятия 18 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 312 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 90 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы – 0
курсовая работа – 7 семестр
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.10.2016 г. № 1298

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения горного и нефтегазового дела, протокол № 2 от 22 декабря 2020 г.

Директор отделения горного и нефтегазового дела Н.В. Шестаков
Составитель: профессор В.В. Макаров

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

(подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

(подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины «Механика подземных сооружений»

Дисциплина «Механика подземных сооружений» предназначена для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Шахтное и подземное строительство» и относится к дисциплинам специализации базовой части Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана Дисциплины специализации № 5 (индекс Б1.Б.36.03).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия 36 часов, практические занятия 18 часов и самостоятельная работа студента 90 часов, в том числе на подготовку к экзамену 45 часов. Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина «Механика подземных сооружений» рассматривает крепь горных выработок и обделки подземных сооружений и окружающий массив как единую совместно деформируемую систему при воздействии на нее вмещающего массива горных пород.

Дисциплина тесно связана с механикой деформируемого твердого тела (теорией упругости, пластичности, ползучести), строительной механикой, механикой сыпучих тел, грунтов и горных пород.

В структуру дисциплины входят: изучение принципов и методов расчета обделок подземных сооружений в различных горно-геологических условиях.

Условием успешного освоения дисциплины является наличие знаний у студентов по дисциплинам, изучаемым в предшествующий период и содержащим базовые законы и определения, необходимые для изучения дисциплин: «Геология», «Физика горных пород», «Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле», «Основы горного дела». Дисциплина тесно связана с дисциплинами горного профиля, изучающими процессы ведения горно-строительных работ.

Цель изучения дисциплины – получение необходимых знаний в области производства прочностных расчетов обделок подземных сооружений, строящихся и эксплуатируемых в различных горно-геологических условиях.

Задачи дисциплины:

- изучение способов проведения выработок в прочных горных породах;
- изучение технологий строительства подземных сооружений в удароопасных и обводненных условиях, условиях многолетней мерзлоты, пучащих, опасных по выбросам горных породах;
- изучение видов деформаций выработок и способов их реконструкции;

- изучение нормативной документации, регламентирующей правила строительства, эксплуатации и восстановления подземных сооружений различного назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Механика подземных сооружений» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-9 – владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;

ПК-1 – владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов;

ПК-3 – владение основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов;

ПК-6 – использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов готовностью демонстрировать, навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов;

ПК-19 – готовность к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессионально-специализированные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-9 – владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления	Знает	основные закономерности поведения горных пород при строительстве подземных сооружений

свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	Умеет	анализировать и прогнозировать поведение горных пород и распределение зон повышенного горного давления во вмещающем массиве при строительстве подземных сооружений
	Владеет	методами анализа и прогноза поведения горных пород в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений
ПСК-5.2 – Готовность производить технико-экономическую оценку условий строительства, инвестиций; выбирать объемно-планировочные решения и основные параметры инженерных конструкций подземных объектов, производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость, выбирать материалы для инженерных конструкций подземных и горнотехнических зданий и сооружений на поверхности	Знает	основные методы расчета основных параметров инженерных сооружений с учетом влияния горного давления в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений
	Умеет	обосновывать параметры элементов инженерных и несущих конструкций при обосновании объемно-планировочных решений подземных объектов с учетом влияния на них горного давления
	Владеет	методами расчета конструктивных параметров инженерных конструкций при проектировании и строительстве подземных сооружений в сложных геомеханических условиях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика подземных сооружений» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: презентации, метод мозгового штурма.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Механика подземных сооружений. Ее роль в определении эффективной технологии строительства. (4 час.)

Тема 1. Введение. История и перспективы развития механики подземных сооружений (2 час.)

Механика подземных сооружений как основополагающая научная дисциплина о принципах и методах расчета подземных сооружений. Связь со смежными дисциплинами. История зарождения и развития. Роль советских ученых в становлении механики подземных сооружений как науки, разрабатывающей принципы и методы расчета подземных сооружений на прочность, устойчивость и жесткость при статических и динамических воздействиях.

Тема 2. Объект, метод и основные принципы механики подземных сооружений. Связь со смежными дисциплинам (2 час.)

Механика подземных сооружений, как самостоятельная научная и учебная дисциплина, имеющая собственные объект и методы исследований. Основные принципы механики подземных сооружений и их роль в совершенствовании эффективности проектирования подземных сооружений.

Расчет конструкций подземных сооружений. Связь механики подземных сооружений с механикой горных пород, механикой деформируемого твердого тела (теорией упругости, пластичности, ползучести), строительной механикой, механикой сыпучих тел и грунтов.

Раздел 2. Напряжённое состояние массива горных пород и механические модели массива – (6 час.)

Тема 1. Начальное поле напряжений массива горных пород и виды воздействий на подземное сооружение (2 час.)

Массив горных пород. Напряженное состояние нетронутого массива. Гравитационное поле напряжений. Гипотеза А.Н. Динника. Тектоническое поле напряжений. Экспериментальное исследование напряжений. Метод разгрузки.

Виды воздействий на подземное сооружение, понятие начального поля напряжений. Начальное поле напряжений массива гравитационного или тектонического характера (горное давление). Гидростатическое или гидродинамическое давление подземных вод; внутренний напор;

сейсмическое воздействие волн, возникающих при землетрясениях и подземных взрывах.

Тема 2. Свойства массива пород и его механические модели – (2 час.)

Свойства массива пород и его механические модели. Стадии деформирования горных пород. Линейное деформирование и понятие упругости горных пород. Упругая модель массива. Стадия микроразрушения и пластические свойства пород. Упругопластическая модель. Изменение напряженно-деформированного состояния горных пород во времени. Ползучесть и релаксация напряжений пород. Вязкоупругая модель.

Прочность горных пород. Полная диаграмма напряжения-деформации. Жесткопластическая модель массива. Деформирование пород за пределом прочности. Прочность пород в массиве. Длительная прочность.

Тема 3. Напряженное состояние пород вокруг незакрепленных выработок – (2 час.)

Нарушение равновесия в массиве в результате проведения горной выработки. Упругая модель массива и принцип независимости действия сил. Снимаемые напряжения. Напряженное состояние пород вокруг незакрепленных выработок круглого поперечного сечения. Концентрация напряжений на контуре сечения выработки.

Напряженное состояние массива вокруг незакрепленной выработки при поперечном сечении некруглой формы. Особенности распределения напряжений при неглубоком заложении выработок. Взаимное влияние выработок.

Уравнения равновесных состояний массива, ослабленного горной выработкой.

Раздел 3. Устойчивость породных обнажений -4 часа

Тема 1. Понятие устойчивости горных пород и основные формы потери устойчивости – (2 час.)

Устойчивость горных пород в обнажении. Оценка устойчивости породных обнажений. Основные формы нарушения устойчивости породных обнажений.

Потеря устойчивости в результате вывалообразования. Основные факторы, влияющие на вывалообразование. Прогноз вывалообразования. Классификация пород по устойчивости в случае вывалообразования.

Тема 2. Устойчивость горных пород и выбор крепи – (2 час.)

Прогноз нарушения сплошности и разрушения пород. Условные зоны нарушения сплошности и неупругих деформаций. Классификация пород по устойчивости в случае возникновения зон неупругих деформаций.

Предварительный выбор крепи по классу пород по устойчивости. Основные виды временной крепи в зависимости от устойчивости пород.

Раздел 4. Расчет крепи горных выработок и обделок подземных сооружений – 12 часов

Тема 1. Взаимодействие крепи и обделок с массивом пород – (2 час.)

Механические модели взаимодействия крепи (обделок) подземных сооружений с массивом пород. Упругая и вязкоупругая модель взаимодействия. Распределение нормальных и касательных напряжений на контакте крепи выработок круглого сечения с массивом.

Анализ напряженно- деформированного состояния тонкостенной крепи горной выработки с массивом пород в случае упругой модели взаимодействия. Диаграмма равновесных состояний крепи и массива.

Тема 2. Расчетные схемы и принципы расчета крепи – (2 час.)

Принцип совместного деформирования крепи и массива пород (принцип взаимодействия). Схема контактного взаимодействия. Расчетная схема крепи. Реализация расчетных схем с использованием решений задач теории упругости, метода конечных элементов, физического моделирования.

Учет отставания возведения крепи в расчетной схеме. Экспериментально-аналитический метод расчета крепи.

Влияние жесткости крепи на величину нагрузки на крепь (напряжений на контакте с массивом). Влияние деформационных свойств массива на величину нагрузки на крепь (напряжений на контакте с массивом).

Тема 3. Взаимодействие крепи и обделок с массивом пород в случае упругопластической модели – (2 час.)

Упругопластическая модель взаимодействия крепи и обделок с массивом пород. Распределение напряжений вокруг выработки. Основные расчетные зависимости. Влияющие факторы.

Диаграмма равновесных состояний крепи и массива в случае упругопластической модели взаимодействия крепи и обделок с породным массивом.

Тема 4. Взаимодействие крепи и обделок с массивом пород в случае жесткопластической модели – (2 час.)

Жесткопластическая модель. Гипотеза сводообразования М.М.Протоdjяконова. Опускание столба пород до поверхности. Образование зоны разрушения вокруг горной выработки.

Распределение напряжений вокруг выработки в случае жесткопластической модели. Основные расчетные зависимости. Влияющие факторы. Принципиальные отличия жесткопластической от упругопластической модели.

Диаграмма равновесных состояний крепи и массива в случае жесткопластической модели взаимодействия крепи и обделок с породным массивом.

Тема 5. Взаимодействие крепи и обделок с массивом пород в случае вязкоупругой и вязкопластической моделей – (2 час.)

Вязкоупругая и вязкопластическая модели. Влияние фактора времени на распределение напряжений вокруг горной выработки.

Распределение напряжений вокруг выработки в случае вязкоупругой и вязкопластической моделей. Основные расчетные зависимости. Влияющие факторы. Принципиальные отличия вязкоупругой и вязкопластической моделей от упругопластической модели.

Диаграмма равновесных состояний крепи и массива в случае вязкоупругой и вязкопластической моделей взаимодействия крепи и обделок с породным массивом.

Тема 6. Стадии взаимодействия крепи с массивом пород. – 2 часа.

Графическое представление стадий взаимодействия крепи с массивом пород. Общий график равновесных состояний массива, ослабленного выработкой. Выбор механической модели. Понятие об управлении механическим состоянием массива.

Раздел 5. Методы расчета крепи горных выработок и обделок подземных сооружений для различных конструкций крепи – 12 часов

Тема 1. Классификация крепи по фактору взаимодействие с массивом пород – (2 час.)

Основные типы крепи: подпорная, поддерживающая, ограждающая, упрочняющая, изолирующая. Виды крепи: жесткая и податливая. Классификация крепи по материалам. Формы сечений выработок.

Требования к крепи при ее возведении и эксплуатации. Задачи оптимального проектирования крепи.

Тема 2. Расчет многослойной крепи выработок круглого сечения - 2 час.

Метод расчета многослойного кругового кольца с использованием коэффициентов передачи нагрузок. Коэффициента передачи равномерных и неравномерных нагрузок, касательных нагрузок, внешних и внутренних нагрузок. Расчет неоднородных слоев.

Расчетные схемы крепи (метод Н.С.Булычева): по эквивалентным внешним нагрузкам; по снимаемым (дополнительным) нагрузкам. Определение коэффициентов передачи нагрузок через внешний слой, моделирующий массив пород.

Расчет крепи горизонтальной выработки круглого сечения на горное давление.

Расчет крепи вертикального шахтного отвода на горное давление. Расчет крепи ствола, сооружаемого способом бурения.

Расчет крепи на давление подземных вод. Расчет крепи на сейсмические воздействия землетрясений.

Тема 3. Расчет монолитной замкнутой крепи выработок некруглого поперечного сечения – 2 час.

Расчет монолитной замкнутой крепи выработок произвольного сечения на горное давление, давление подземных вод, сейсмические воздействия землетрясений (метод Н.Н.Фотиевой).

Тема 4. Расчет крепи с использованием численных методов - 2 час.

Понятие о методе конечных элементов. Условия применения. Достоинства и недостатки метода. Сравнение аналитических и численных методов расчета.

Тема 5. Расчет крепи на устойчивость – 2 час.

Устойчивость цилиндрической крепи при гидростатическом давлении. Расчет крепи стволов, сооружаемых бурением.

Устойчивость крепи в массиве пород. Устойчивость чугунной тубинговой крепи стволов. Устойчивость шарнирной и блочной крепи стволов.

Тема 6. Прочностной расчет крепи – 2 час.

Нормативные положения по проектированию и расчету крепи. Понятие о расчете конструкций по предельным состояниям, виды предельных состояний.

Понятие о теории надежности. Обеспечение надежности крепи при расчете.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий.

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Определение начального поля напряжений в массиве (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 2. Определение величины коэффициента концентрации напряжений на контуре сечения выработки (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 3. Определение класса пород по устойчивости в трещиноватом массиве (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 4. Построение диаграммы равновесных состояний в случае упругой модели взаимодействия крепи с массивом пород (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 5. Определение величины нагрузки на крепь с учетом отставания возведения крепи от забоя (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 6. Определение деформационных и прочностных характеристик бетона при расчете обделки подземного сооружения (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 7. Определение влияния близости земной поверхности на напряженное состояние массива при неглубоком заложении выработки (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 8. Определение несущей способности крепи (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

Занятие 9. Определение допустимой величины внутреннего напора в тоннеле (2 час.)

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Выполнение расчетной части практического занятия.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита выполненного практического задания (собеседование).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика подземных сооружений» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
I	Механика подземных сооружений. Ее роль в определении эффективной технологии строительства	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)	
			умеет	УО-1		
			владеет	УО-1		
		ПСК-5.2	знает	УО-1		Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1		
			владеет	УО-1		
II	Напряжённое состояние массива горных пород и механические модели массива	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)	
			умеет	УО-1		
			владеет	УО-1		
		ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР		Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1, ПР		
			владеет	УО-1, ПР		
III	Устойчивость породных обнажений	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)	
			умеет	УО-1		
			владеет	УО-1		
		ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР		Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1, ПР		
			владеет	УО-1, ПР		

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
			владеет	УО-1, ПР	
IV	Расчет крепи горных выработок и обделок подземных сооружений	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
		ПСК-5.2	знает	УО-1	Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1	
владеет	УО-1				
V	Методы расчета крепи горных выработок и обделок подземных сооружений для различных конструкций крепи	ОПК-9	знает	УО-1, ПР, ПР-5	Экзамен (вопросы 9 семестра)
			умеет	УО-1, ПР, ПР-5	
			владеет	УО-1, ПР, ПР-5	
		ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР, ПР-5	Экзамен (вопросы 9 семестра)
			умеет	УО-1, ПР, ПР-5	
			владеет	УО-1, ПР, ПР-5	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Зерцалов М.Г. Введение в механику подземных сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зерцалов М.Г., Никишкин М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57036.html>.
2. Механика подземных сооружений и конструкции крепей: учеб./И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. – М.: Студент, 2012. – 543 с. [электронный ресурс: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:775912&theme=FEFU>].
3. Протосеня А.Г. Строительство горных предприятий и подземных сооружений [Электронный ресурс]: учебник/ Протосеня А.Г., Долгий И.Е., Очуров В.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015.— 390 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71705.html>.

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Закономерности деформирования и разрушения сильно сжатых горных пород и массивов [Электронный ресурс] / Л. С. Ксендзенко, В. В. Макаров, Н. А. Опанасюк [и др.] ; Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа. Владивосток Изд-во Дальневосточного федерального университета 2014 1 электрон. оптич. диск (CD-ROM) Режим доступа:
<http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:1842>
2. Управление состоянием массива: Учебное пособие / В.И. Голик. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 136 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006751-3 - Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog/product/406231>
3. Голик В.И. Природоохранные технологии управления состоянием массива на геомеханической основе [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Голик В.И., Комащенко В.И.— Электрон. текстовые данные.— Краснодар: Южный институт менеджмента, 2009.— 487 с.— Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/9600.html>.
4. Деформирование и разрушение сильно сжатых горных пород вокруг выработок / М. А. Гузев, В. В. Макаров ; [отв. ред. В. Н. Опарин] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт автоматизации и процессов управления. Владивосток : Дальнаука, 2007 231 с. Режим доступа
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:263007&theme=FEFU>

Нормативно-правовые материалы

1. СНиП 11-94-80. Подземные горные выработки. – М.: Стройиздат, 1982. – 31 с.
2. СНиП П. 44-78. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования //М.: Стройиздат, 1978. – 26 с.
 1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», приказ Ростехнадзора от 04 декабря 2020 г. № 494. [электронный ресурс]:
<https://nangs.org/docs/rostekhnadzor-prikaz-ot-03-12-2020-g-494-ob-utverzhenii-federalnykh-norm-i-pravil-v-oblasti-promyshlennoj-bezopasnosti-pravila-bezopasnosti-pri-proizvodstve-khraneni-i-primenenii-vzryvchatykh-materialov-promyshlennogo-naznacheniya-pdf>].
 2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08 декабря 2020 г. № 505. [элек-

тронный ресурс: <https://nangs.org/docs/rostechnadzor-prikaz-ot-08-12-2020-g-505-ob-utverzhdenii-federalnykh-norm-i-pravil-v-oblasti-promyshlennoj-bezopasnosti-pravila-bezopasnosti-pri-vedenii-gornyx-rabot-i-pererabotke-tverdykh-poleznykh-iskopaemykh-pdf>].

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека ДВФУ
<https://www.dvfu.ru/library/>
2. Библиотека НИТУ МИСиС
<http://lib.misis.ru/elbib.html>
3. Горный информационно-аналитический бюллетень
<http://www.gornaya-kniga.ru/periodic>
4. Горный журнал
<http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/?language=ru>
5. Глюкауф на русском языке
<http://www.gluckauf.ru/>
6. Безопасность труда в промышленности
<http://www.btpnadzor.ru/>
7. Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/titles.asp>
8. Справочная система «Гарант» <http://garant.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Используемое в учебном процессе программное обеспечение:

1. Программы расчета напряжений в крепи выработок и обделок подземных сооружений с учетом контактного взаимодействия с массивом (PK2, FOK1)
2. Пакет Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint);
3. Графический редактор AutoCAD;
4. Графический редактор Photoshop;
5. Программа для чтения файлов в формате *.PDF: Adobe Reader (Adobe Acrobat)

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В учебный курс специализации «Механика подземных сооружений» включены практические занятия по дисциплине в объеме 18 часов, в т.ч. – 7 семестр – 18 часов.

Практикум состоит из отдельных заданий, рассчитанных на выполнение каждого по 2 часа из бюджета времени, предусмотренного на самостоятельную работу студента. Представленные в разработке практические занятия тематически охватывают значительную часть программы дисциплины. Задания предусматривают решение задач, помогающее осмыслить и усвоить лекционный материал дисциплины, задачи аналогичного типа повседневно встречаются в практической деятельности горного инженера.

Методика проведения практических занятий основана на выдаче всего комплекса материалов по практикуму в течение первых двух недель семестра. Каждый студент получает индивидуальное задание в виде варианта, устанавливаемого преподавателем, и графика выполнения этих заданий. На каждом очередном занятии студент представляет решение своего варианта и получает консультацию по дальнейшей работе.

Структура методической разработки по практическим занятиям включает определение цели занятия, краткие теоретические сведения и ссылки на литературу по теме занятия, пример решения задачи на основе конкретных исходных данных, вопросы для самоконтроля, варианты исходных данных и список литературы. Следует отметить, что основные и в значительной мере достаточные теоретические сведения по заданиям содержатся в первом и втором разделах первой части работы.

Вариант задания студентом принимается из таблиц в соответствии с номером, назначенным преподавателем.

На первом занятии по дисциплине группа студентов информируется о введении в действие практики оценки знаний по балльной системе. Студенты информируются о методике оценки усвоения материалов дисциплины в конце семестра, комментируются возможные варианты этой оценки (балльная система с учетом текущей аттестации и сдача экзамена по теоретическому материалу).

Студентам разъясняются принципы формирования системы знаний по дисциплине, поясняется влияние различных составляющих работы над материалами дисциплины (посещение лекций, ведение конспекта, выполнение практических заданий), обращается внимание студентов на регулярность работы и своевременность выполнения текущей работы.

Старосте группы на этом же занятии выдается в электронном виде экземпляр Методических указаний по выполнению практических заданий и сообщается о необходимости распределения их между студентами группы.

В течение семестра через каждые 4 недели производится подсчет итоговых показателей за период с использованием системы TANDEM, о результатах которого ставится в известность группа, руководитель ОП и администратор образовательных программ.

На предпоследней неделе семестра группе сообщаются итоговые показатели по оценке работы в семестре и даются разъяснения по процедуре окончательной оценки знаний каждого студента.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проведение лекционных занятий предусмотрено в мультимедийной аудитории. Лекции проводятся с использованием презентаций и видеоматериалов. Выполнение практических заданий предполагает использование прикладных компьютерных программ пакета Microsoft Office для выполнения математических расчетов и пояснительных записок, а также программ AutoCAD и Photoshop для разработки графических материалов. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, а также самостоятельно с использованием ноутбуков.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика подземных сооружений» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Механика подземных сооружений»
Специальность 21.05.04 «Горное дело»
специализация «Шахтное и подземное строительство»
Форма подготовки очная**

**Владивосток
2020**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине в семестрах

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
7 семестр				
1	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практических заданий 1-2.	9	Собеседование, защита практической работы
2	8 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практических заданий 3-4	9	Собеседование, защита практической работы
3	12 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практических заданий 5-6.	9	Собеседование, защита практической работы
4	16 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практических заданий 7-8	9	Собеседование, защита практической работы
5	18 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 9. Подготовка к сдаче зачета	9	Собеседование, защита практической работы. Прием зачета
	Итого		45	
	Подготовка к экзамену		45	
	ВСЕГО СРС		90	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Основной целью самостоятельной работы студентов является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование у них системы профессиональных компетенций, необходимых в их будущей практической деятельности.

При изучении дисциплины предполагается выполнение следующих видов СРС:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение студентов практических заданий, работу с учебной, нормативной и научно-технической литературой с использованием электронных библиотечных ресурсов.

Практические занятия проводятся преподавателем в виде собеседования, на котором студент предъявляет выполненные практические задания (задачи), обосновывает принятые решения, защищает полученные результаты,

оформленные в виде пояснительной записки в соответствии с разделом II «Структура и содержание практической части курса».

Недостающие данные принимаются студентами самостоятельно по материалам производственной практики, проектной документации или из литературных источников. Детали задания уточняются в личной беседе с преподавателем.

На консультациях студенты могут получить от ведущего преподавателя сведения о компьютерных программах, дополнительной литературе и советы по выполнению практических заданий.

При отрицательных результатах собеседования задание не засчитывается, и работа возвращается студенту для исправления. При несоответствии выполненной работы выданному заданию или представлении результатов, заимствованных в других работах, возможна выдача нового задания.

Самостоятельная работа по дисциплине «Механика подземных сооружений» подготавливает студента к выполнению горнотехнического и специального разделов дипломного проекта.

Критерии оценки при собеседовании:

- 100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна-две неточности в ответе.

- 75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логично-

стью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

• 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Вопросы для самоподготовки

1. Чем занимается механика подземных сооружений? В чем заключается основополагающий принцип механики подземных сооружений?

2. Какой физический закон положен в основу упругой модели массива пород? В чем он заключается?

3. Назовите основные деформационные характеристики горных пород. Сколько имеется независимых характеристик?

4. Какие виды начального поля напряжений в массиве вы знаете? В чем заключается разница между ними?

5. Какие виды сейсмических волн возникают в массиве при землетрясении?

6. В чем заключается сейсмическое районирование? В каких случаях в сейсмически активных районах запрещено строительство?

7. Раскройте содержание понятия «снимаемые напряжения».

8. Как определяется коэффициент концентрации напряжений? Каковы максимальное и минимальное значения коэффициента концентрации напряжений на контуре выработки круглого сечения?

9. Поясните различие между выработками мелкого заложения и заглубленными.

10. Можно ли улучшить состояние пород вокруг выработки (уменьшить напряжения) путем проведения рядом другой параллельной выработки?

11. Чем отличаются численные методы решения задач механики подземных сооружений от аналитических? Какова область применения численных моделей?

12. Дайте определения понятиям: «пластичность» и «хрупкость». Дайте определения понятиям «прочность пород» и «крепость пород. Подчеркните различие между ними.

13. Чем отличается «угол внутреннего трения» и «кажущийся угол внутреннего трения»?

14. Назовите прочностные характеристики горных пород. Сколько имеется независимых характеристик?

15. Что представляет собой паспорт прочности горных пород?
16. Назовите основные допущения, принятые в теории прочности Кулона-Мора. Как эти допущения влияют на область применения теории?
17. В чем заключается сущность жесткопластической модели массива?
18. При каких условиях реализуется жесткопластическая модель взаимодействия массива с крепью?
19. Назовите главные влияющие факторы, определяющие давление на крепь согласно жесткопластической модели.
20. Какие рекомендации по креплению выработок следуют из жесткопластической модели и почему?
21. Что такое «сыпучая среда»? Чем характеризуется дилатансионная модель сыпучей среды?
22. Проф. М. М. Протодьяконов различал «первичное давление» и «установившееся давление». Поясните существование указанных явлений.
23. Чем характеризуется работа крепи в режиме «заданной нагрузки»?
24. К какому типу относится крепь, работающая в режиме заданной нагрузки?
25. Поясните, чем отличается упругопластическая модель от жесткопластической. Может ли одна из этих моделей перейти в другую?
26. Как изменяется распределение напряжений вокруг выработки при образовании зоны пластических деформаций?
27. Каков физический смысл диаграммы (уравнения) равновесных состояний?
28. В чем заключается деформационный критерий прочности? Каков его физический смысл?
29. Сколько независимых констант массива пород необходимо для расчетов с использованием упругопластических моделей? Перечислите их.
30. Чем характеризуется работа крепи в режиме «взаимовлияющей деформации»? В чем отличие этого режима работы крепи от режима «заданной нагрузки»?
31. Какие рекомендации по креплению выработок следуют из упругопластической модели и почему?
32. К какому типу относится крепь, работающая в режиме взаимовлияющей деформации? Чем такая крепь отличается от поддерживающей?
33. Какова природа сопротивления пород за пределом прочности? Назовите характеристики сопротивления крепи за пределом прочности.
34. Сформулируйте определения понятий «ползучесть», «релаксация напряжений».
35. Какие модели массива пород называются реологическими?
36. Назовите реологические характеристики горных пород и их единицы измерения.
37. Какие графики называются «кривые ползучести», «изохронные кривые»? Как они строятся?

38. Какие реологические модели называются линейными? Назовите характерные особенности линейных моделей.

39. Что характеризует длительный модуль деформации? Чем он отличается от мгновенного?

40. В чем заключается метод переменных модулей? На каком принципе он основан?

41. Какие уравнения называются уравнениями состояния? Приведите примеры.

42. Что представляет собой структурная схема? Каков физический смысл структурных схем?

43. Назовите горные породы, обладающие свойством ползучести в значительной степени.

44. Какие технические решения по креплению выработок следуют из реологических моделей массива?

45. Дайте определение понятия «устойчивость пород». Как проявляется потеря устойчивости?

46. Почему «чрезмерные смещения пород» рассматриваются как потеря устойчивости, хотя видимых разрушений пород не имеется?

47. Что характеризует коэффициент структурного ослабления пород?

48. Дайте краткую характеристику пород, склонных к потере устойчивости в форме «вывалообразования».

49. Дайте краткие характеристики пород, склонных к разрушению (или чрезмерным смещениям).

50. Почему пластичные породы являются более устойчивыми, чем хрупкие?

51. Что представляет собой «зона нарушения сплошности пород» (ЗНС) и чем она отличается от «условной зоны разрушения» (УЗР)? Может ли ЗНС перейти в УЗР?

52. Какую информацию можно получить на основании формы и размеров условных зон разрушения пород?

53. Можно ли и как повысить устойчивость выработки, изменяя форму ее поперечного сечения?

54. Как используется механическая модель массива при оценке устойчивости пород?

55. Какие породы обладают наибольшей устойчивостью?

Методические рекомендации по оформлению пояснительных записок практических заданий

Практические задания оформляются в виде отдельных пояснительных записок.

Текстовая часть практических заданий выполняется на компьютере. Параметры страницы формата А4: левое поле –2,5 см, правое –1,0 см, верхнее и нижнее –2,0 см.

Шрифт основного текста – Times New Roman, размер шрифта – 14, выравнивание текста – «по ширине страницы», начертание шрифта – обычное. Для выделения основных слов и постановки акцента в выражениях можно применять начертание «полужирный» (Bold) или «курсив» (Italic).

Форматирование абзацев: текст без левого отступа от границы поля, абзацный отступ – 1 см или по умолчанию, междустрочный интервал одинарный, автоматический перенос слов.

Листы (страницы) пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист и задание включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

На титульном листе и задании номер страницы не выводится, на последующих листах (страницах) номер проставляется в правом верхнем углу листа (страницы).

Построение пояснительной записки, порядок нумерации разделов и подразделов, оформление рисунков, таблиц, списков, формул и других элементов текста принимается в соответствии с требованиями ЕСКД.

В пояснительной записке приводится список использованных источников, оформляемый в соответствии с требованиями ЕСКД.

В конце пояснительной записки располагается содержание, оформляемое по рекомендациям того же источника.

Тематика курсовой работы и методические указания по ее выполнению

Тематика курсовой работы (КР): «Расчет обделки подземного сооружения».

Исходными данными для проектирования являются: тип подземного сооружения (выработки); технические условия, определяющие назначение подземного сооружения (выработки) и служащие для определения его сечения; горно-геологические условия.

Целью курсового проектирования является закрепление теоретических знаний, полученных в 7 семестре, с использованием материалов, собранных в период первой производственной практики.

Общие положения

Целью курсовой работы является:

- выработка у студентов навыков самостоятельного использования знаний, полученных на лекциях и практических занятиях курса, для решения конкретных задач подземного строительства;
- закрепление теоретических основ пройденного материала;
- получение методических знаний решения комплексных задач при проектировании технологии и комплексной механизации строительства горных выработок для конкретных горно-геологических условий;
- знакомство со справочной литературой и умение использовать ее для решения поставленной задачи.

Работа служит основой для приобретения практических навыков при решении инженерных задач в области шахтного и подземного строительства и подготовки студента к будущей профессиональной деятельности.

Выполнение КР осуществляется в соответствии с графиком учебного процесса в установленные сроки и в соответствии с материалами технологической практики.

Оценка выполненной работы определяется результатами ее защиты.

Объем курсовой работы

КР состоит из пояснительной записки. Пояснительная записка (ПЗ) содержит 20-30 страниц печатного текста, включая использованные методики расчетов, полученные результаты, поясняющие чертежи, необходимые расчеты, таблицы, схемы и эскизы, список используемой литературы. В Приложении дается распечатка результатов расчета напряжений в обделке, полученных на ПК.

Оформление курсовой работы

Пояснительная записка выполняется в печатном варианте. Рисунки выполняются с использованием графического редактора (AutoCAD, PhotoShop и др.) и нумеруются с обязательной ссылкой на них в тексте. В пояснительной записке помещается задание на курсовую работу, подписанное руководителем.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Механика подземных сооружений»
Специальность 21.05.04 «Горное дело»
специализация «Шахтное и подземное строительство»
Форма подготовки очная

Владивосток
2020

**Паспорт Фонда оценочных средств
дисциплины «Механика подземных сооружений»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	Знает	Умеет
ОПК-9 – владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	Знает	основные закономерности поведения горных пород при строительстве подземных сооружений
	Умеет	анализировать и прогнозировать поведение горных пород и распределение зон повышенного горного давления во вмещающем массиве при строительстве подземных сооружений
	Владеет	методами анализа и прогноза поведения горных пород в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений
ПСК-5.2 – Готовность производить технико-экономическую оценку условий строительства, инвестиций; выбирать объемно-планировочные решения и основные параметры инженерных конструкций подземных объектов, производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость, выбирать материалы для инженерных конструкций подземных и горнотехнических зданий и сооружений на поверхности	Знает	основные методы расчета основных параметров инженерных сооружений с учетом влияния горного давления в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений
	Умеет	обосновывать параметры элементов инженерных и несущих конструкций при обосновании объемно-планировочных решений подземных объектов с учетом влияния на них горного давления
	Владеет	методами расчета конструктивных параметров инженерных конструкций при проектировании и строительстве подземных сооружений в сложных геомеханических условиях

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
I	Механика подземных сооружений. Ее роль в определении эффективной технологии строительства	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
		ПСК-5.2	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
II	Напряжённое состояние массива горных пород и механические модели массива	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
		ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР	Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1, ПР	
			владеет	УО-1, ПР	
III	Устойчивость породных обнажений	ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 7 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
IV	Расчет крепи горных выработок и обделок подземных сооружений	ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР	Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1, ПР	
			владеет	УО-1, ПР	
		ОПК-9	знает	УО-1	Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
		ПСК-5.2	знает	УО-1	Зачет (вопросы 8 семестра)
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	
V	Методы расчета крепи горных выработок и обделок подземных сооружений для различных конструкций крепи	ОПК-9	знает	УО-1, ПР, ПР-5	Экзамен (вопросы 9 семестра)
			умеет	УО-1, ПР, ПР-5	
			владеет	УО-1, ПР, ПР-5	
		ПСК-5.2	знает	УО-1, ПР, ПР-5	Экзамен (вопросы 9 семестра)
			умеет	УО-1, ПР, ПР-5	
			владеет	УО-1, ПР, ПР-5	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-9 – владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	знает (пороговый уровень)	основные закономерности поведения горных пород при строительстве подземных сооружений	Знание основных закономерностей поведения горных пород при строительстве подземных сооружений	Способность использовать знания об основных закономерностях поведения горных пород при строительстве подземных сооружений в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	анализировать и прогнозировать поведение горных пород и распределение зон повышенного горного давления во вмещающем массиве при строительстве подземных сооружений	Умение анализировать и прогнозировать поведение горных пород и распределение зон повышенного горного давления во вмещающем массиве при строительстве подземных сооружений	Способность анализировать и прогнозировать поведение горных пород и распределение зон повышенного горного давления во вмещающем массиве при строительстве подземных сооружений
	владеет (высокий)	методами анализа и прогноза поведения горных пород в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений	Владение методами анализа и прогноза поведения горных пород в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений	Способность использовать методы анализа и прогноза поведения горных пород в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений
ПСК-5.2 – Готовность производить техническую экономическую оценку условий строительства, инвестиций; вы-	знает (пороговый уровень)	основные методы расчета основных параметров инженерных сооружений с учетом влияния горного давления в периоды строительства и эксплуатации подземных сооружений	Знание основных методов расчета основных параметров инженерных сооружений с учетом влияния горного давления в периоды строительства и эксплуатации подзем-	Способность выполнять расчеты основных параметров инженерных сооружений с учетом влияния горного давления в периоды строительства и эксплуатации подзем-

бирать объемно-планировочные решения и основные параметры инженерных конструкций подземных объектов, производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость, выбирать материалы для инженерных конструкций подземных и горно-технических зданий и сооружений на поверхности	умеет (продвинутый)	обосновывать параметры элементов инженерных и несущих конструкций при обосновании объемно-планировочных решений подземных объектов с учетом влияния на них горного давления	ных сооружений Умение обосновывать параметры элементов инженерных и несущих конструкций при обосновании объемно-планировочных решений подземных объектов с учетом влияния на них горного давления	ных сооружений Способность рассчитывать и выбирать параметры элементов инженерных и несущих конструкций при обосновании объемно-планировочных решений подземных объектов с учетом влияния на них горного давления
	владеет (высокий)	методами расчета конструктивных параметров инженерных конструкций при проектировании и строительстве подземных сооружений в сложных геомеханических условиях	Владение методами расчета конструктивных параметров инженерных конструкций при проектировании и строительстве подземных сооружений в сложных геомеханических условиях	Способность рассчитывать конструктивные параметры инженерных конструкций при проектировании и строительстве подземных сооружений в сложных геомеханических условиях

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Механика подземных сооружений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Механика подземных сооружений» проводится в форме контрольных мероприятий защиты практической работы, и промежуточного тестирования по оцениванию фактических результатов обучения студентов, защиты курсовой работы и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

Осуществляется путем контроля посещаемости, проверки конспектов и тетрадей по практическим занятиям;

- степень усвоения теоретических знаний.

Выборочный опрос по темам лекционных и практических занятий;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

Собеседование при приеме выполненных практических заданий;

- результаты самостоятельной работы.

Устный опрос по основным разделам дисциплины.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Механика подземных сооружений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В качестве промежуточного контроля по дисциплине предусмотрены зачеты и экзамен, которые проводятся в устной форме (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов).

Оценка	Критерий	Описание критерия
Отлично	100–85 баллов	Ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.
Хорошо	85–76 баллов	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна - две неточности в ответе.
Удовлетворительно	75–61 балл	Оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
Неудовлетворительно	60–50 баллов	Ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация производится в форме устного экзамена.

Вопросы к экзамену (7 семестр)

1. Основные понятия “Механики подземных сооружений”. Принцип контактного взаимодействия крепи с массивом
2. Классификация нагрузок и воздействий на подземные сооружения
3. Понятие контактного взаимодействия крепи с массивом горных пород.
4. Устойчивость горных пород. Формы потери устойчивости
5. Расчет параметра устойчивости при вывалообразовании и классификация пород по устойчивости
6. Определение категории устойчивости горных пород в выработке при вывалообразовании
7. Определение категории устойчивости горных пород в выработке по условиям концентрации напряжений.
8. Модели массива горных пород. Упругая модель: область применения, диаграмма напряжений и структурная схема. распределение напряжений
9. Модели массива горных пород. Упругая модель: распределение напряжений вокруг незакрепленной выработки.
10. Модели массива горных пород. Упруго-пластическая модель: область применения, диаграмма напряжений и структурная схема.
11. Модели массива горных пород. Жестко-пластическая модель: область применения, диаграмма напряжений и структурная схема.
12. Упругая модель взаимодействия крепи с массивом пород: понятие упругой модели, условия применения,
13. Понятие “снимаемых” напряжений и расчет крепи. Начальные и дополнительные напряжения.
14. Преимущества расчетных схем крепи с учетом контактного взаимодействия крепи с массивом.
15. Упруго-пластическая модель взаимодействия крепи с массивом пород. Условия применения, распределение напряжений вокруг выработки.
16. Упруго-пластическая модель взаимодействия крепи с массивом пород: условия применения и закономерности изменения нагрузки на крепь с ростом зоны пластичности.
17. Жестко-пластическая модель взаимодействия крепи с массивом пород. Условия применения, распределение напряжений вокруг выработки.
18. Жестко-пластическая модель взаимодействия крепи с массивом пород: условия применения и закономерности изменения нагрузки на крепь с ростом зоны пластичности
19. Жестко-пластическая модель взаимодействия крепи с массивом пород. Свод естественного равновесия.
20. Диаграмма равновесных состояний в упругой модели взаимодействия крепи с массивом горных пород
21. Диаграмма равновесных состояний в упруго-пластической модели взаимодействия крепи с массивом горных пород
22. Прочностной расчет крепи: выбор модели взаимодействия крепи с массивом

23. Порядок расчета крепи (обделки) подземного сооружения.
24. Учет отставания возведения крепи от забоя в расчетах крепи. Расчетные начальные напряжения.
25. Расчет начальных гравитационных напряжений в массиве горных пород.

Оценочные средства для текущей аттестации

По результатам изучения разделов дисциплины проводится тестирование, представляющее собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Критерий	Описание критерия
100–86 баллов	Ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой.
85–76 баллов	Знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; использование научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы.
75–61 балл	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий.
60–50 баллов	Незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат.