Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Боисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.12.2023 16:55:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 31 ” августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика подземных сооружений»

Направление подготовки
21.05.04 « Горное дело»

Специализация
Шахтное подземное строительство

Квалификация выпускника
Специалист

Форма обучения
Заочная

Москва 2021

1 Цель освоения дисциплины

"Механика подземных сооружений" – прикладная научная дисциплина о инженерных конструкциях подземных сооружений, принципах и методах их расчета во взаимодействии с природным массивом. Объектом изучения являются инженерные конструкции подземных сооружений (крепи, обделки и т.д.) во взаимодействии с массивом горных пород.

Целью освоения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов (горных инженеров) в области механики подземных сооружений в такой степени, чтобы они могли обоснованно выбирать конструкции подземных сооружений в зависимости от их функционального назначения, квалифицированно определять нагрузки на крепи и обделки подземных сооружений, руководствуясь действующими техническими регламентами, национальными стандартами и сводами правил, составлять расчетные схемы и выполнять расчеты инженерных конструкций, используя методы строительной механики и современные программные комплексы, составлять ведомости расхода материалов и паспорта крепления горных выработок.

Задачи дисциплины:

- усвоении понятий, терминов и технологий возведения подземных сооружений, устройства гидроизоляции, водопонижения территорий;

- изучение основных фундаментальных и прикладных проблем подземного строительства;

- формирование умения применять в практической деятельности методы по расчету для получения знаний и навыков по их применениюв строительном производстве.

2 Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Механика подземных сооружений» является дисциплиной специализаций в базовом цикле дисциплин (Б.1.1.2.2) основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина «Механика подземных сооружений» изучается на пятом курсе обучения в 10 семестре..

Дисциплина «Механика подземных сооружений» взаимосвязана логически и содержатиельно со следующими дисциплинами:

В базовой части (Б.1.Б)

Информатика: простейшие навыки работы на компьютере и в сети Интернет, умение использовать прикладное программное обеспечение, в частности: пакеты универсальных математических программ, текстовый процессор и редактор формул (для оформления отчетов).

Геология: геоморфология, стратиграфия, физико-механические и фильтрационные свойства грунтов, гидрогеология, опасные природные процессы и явления.

Механика: теоретическая механика, сопротивление материалов, прикладная механика, теория упругости, упругопластическое деформирование материалов, закон Гука, расчет балок, плит, рам, арок, стержневых систем, геометрические свойства плоских фигур, балки на упругом основании, расчет подпорных стен.

Материаловедение: материалы для крепей и обделок подземных сооружений (бетон, железобетон, металл, дерево), материалы для физико-механического и химического воздействия на породный массив с целью изменения его свойств, композиционные материалы для конструкций крепей горных выработок.

Геомеханика: деформационные, прочностные и реологические свойства горных пород, теории прочности, структурно-механические особенности породных массивов, начальное напряженное состояние горных пород, механические процессы в породном массиве вокруг горных

выработок, закономерности формирования нагрузки на инженерные конструкции подземных сооружений от сил горного давления.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Шахтное и подземное строительство.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения :

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-1	Владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	**Уметь:** - определять расчетные нагрузки на конструкции подземных сооружений различного функционального назначения; - рассчитывать элементы конструкций подземных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость; - выполнять проверку прочности сечений инженерных конструкций подземных сооружений; **Владеть:** - навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий; - навыком представления содержания, проблем, целей, задач и результатов проекта в устной и письменной формах на русском языке
ПСК-5.3	Способность разрабатывать	**Уметь:** - принимать технические решения по обеспечению механической

	технологические схемы и календарный план строительства, выбирать способы, технику и технологию горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки,	безопасности подземных сооружений; - составлять ведомости расхода материалов и паспорта крепления горных выработок. **Владеть:** -навыками проектирования крепей и обделок; -основными законодательными и нормативными документами.

4 Структура и содержание дисциплины «Механика подземных сооружений»

В программу дисциплины «Механика подземных сооружений» входят следующие виды учебной деятельности:

Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов:

- Лекционные занятия
- Практические занятия
- самостоятельная работа студентов

Форма промежуточной аттестации:

- экзамен

Дисциплина читается в **десятом семестре**. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, **144** часов.

Структура и содержание дисциплины «Механика подземных сооружений» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Форма обучения	**курс**	**семестр**	**Трудоемкость дисциплины в часах**							**Форма итогового контроля**
			Всего час./ зач. ед	**Аудиторных часов (контактная работа)**	**Лекции**	**Семинарские (практические) занятия**	**Лабораторные работы**	**Самостоятельная работа**	**Контроль (промежуточная аттестация)**	
Заочная	**4**	**8**	**144/4**	**16**	**8**	**8**	**-**	**128**	**14**	**Экзамен-**

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестры**	
			8
Очно-заочная форма			
Контактная работа (всего)	**16**	**-**	**16**
В том числе:		-	
Лекции	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	8	-	8
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	**128**		**128**

В том числе:			
Курсовой проект (работа)			нет
Расчетно-графические работы	-		
Реферат	-		15
Эссе	-		-
Контрольная работа (2 контрольные работы)			16
Другие виды самостоятельной работы			
Изучение лекционного материала			16
Подготовка к практическим занятиям			15
Подготовка к промежуточному/итоговому тестированию			18
Изучение нормативно-правовой документации			15
Вид промежуточной аттестации (**экзамен**)			**14**
Общая трудоемкость час./ зач. ед			**144/4**

Содержание разделов

Введение

Предмет изучения дисциплины. Основные понятия и определения. Связь со смежными дисциплинами. Основные задачи дисциплины

4.1. Основы расчета крепей горных выработок и обделок подземных сооружений. Основные понятия геомеханики. Основные свойства горных пород. Прочностные, деформационные, реологические свойства. Структурные особенности и основные свойства массивов горных пород (МГП). Трещиноватость. Анизотропия, неоднородность и сплошность. Теории напряженного и деформированного состояния в точке среды. Виды напряженно-деформированного состояния (НДС). Классификация схем нагружения крепи и обделок расчетных схем. Общие сведения о методах определения внутренних усилий в элементах крепей и обделок. Прочностной расчет крепей и обделок. Виды предельных состояний. Понятия об устойчивости конструкций подземных сооружений. Нагрузки и воздействия на конструкции крепей и обделок.

4. 2 Расчет незакрепленных выработок, искусственных породных, набрызг-бетонных и анкерных конструкций.

Расчет незакрепленных выработок по смещениям породного контура и нагрузке локального вывалообразования. Расчет искусственных породных конструкций. Расчет по смещениям в рамках первой основной расчетной схемы. Расчет крепи «Монолит». Расчет ледопородных ограждений по первой и второй группам предельных состояний. Расчет набрызг-бетонных конструкций крепи. Расчет ограждающих крепей и облицовок из набрызг-бетона по второй расчетной схеме. Расчет набрызг-бетонных крепей по заданной деформации. Расчет анкерной крепи. Основные расчетные схемы. Определение несущей способности, длины, плотности установки и начального натяжения анкеров. Особенности расчета металлических,

железобетонных и сталеполимерных анкеров.Общие сведения о механизме деформирования и разрушения горных пород. Деформирование и разрушение горных пород при объемном нагружении. Общие сведения о теориях прочности. Теория прочности горных пород Кулона-Мора.

4.3.Расчет крепей и обделок; основные положения методов и методик расчета

Классификация горно-геомеханических процессов. Динамические и квазистатические процессы. Изменение равновесного НДС МГП в результате техногенного воздействия. Качественная характеристика процессов формирования полей напряжений, деформаций и смещений в МГП. Движение флюидов в горных породах. Понятие о проницаемости. Понятие о водозащитной толще. Краткие сведения о методах измерения параметров НДС МГП и его свойств. Мониторинг горно-геомеханических процессов. Расчетные схемы рамных конструкций на активные нагрузки и при совместном деформировании схемы «крепь-массив». Определение усилий в элементах бесшарнирных замкнутых и панельных конструкциях. Расчет сечен6ий элементов рамных конструкций. Расчет монолитных конструкций с гибкими стенами. Расчет конструкций с монолитными стенами. Расчет стен обратных сводов. Особенности расчета монолитных обделок напорных гидротехнических тоннелей. Особенности расчета многослойных крепей и обделок. Расчет и сборно-монолитных конструкций прямоугольного сечения, лежит на упругом основании.

4.4.Нормативные положения по проектированию и расчету конструкций подземных сооружений

Геомеханические модели массивов горных пород. Краткие сведения о методах расчета параметров НДС МГП (аналитические, приближенные). Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Основные принципы оценки механического состояния МГП по результатам расчетов и наблюдений. Оценка нагрузок на несущие элементы массива (пролеты, целики). Оценка усилий и моментов в элементах крепи горных выработок. Оценка устойчивости откосов. Активные и пассивные нагрузки на крепь котлованов, нормативные положения по их определению. Определение глубины защемления незаанкеренной конструкции, при одно- или многоярусном применении расстрелов или анкеров с точки зрения обеспечения устойчивости системы «крепь - породный массив». Статический расчет крепи. Проектирование крепи из металлического шпунта, железобетона («стена в грунте»). Особенности условий нагружения и основные расчетные схемы. Типы монтажных схем

конструкций, их влияние на напряженно-деформированное состояние. Особенности расчета обжимаемых в породу обделок

4.5.Особенности расчета искусственных породных конструкций, выбор оптимальных параметров конструкций крепей и обделок

Геомеханические процессы. Горное давление. Краткие сведения о проявлениях горного давления в капитальных, подготовительных и очистных выработках. Горные удары и внезапные выбросы. Прогноз и предупреждение опасных динамических проявлений горного давления. Сдвижение горных пород при подземной разработке месторождений. Мульда сдвижения.

Краткие сведения об управлении состоянием МГП при ведении подземных горных работ.

Классификация горно-геологических явлений и геомеханических процессов под влиянием открытых горных работ. Общие вопросы оценки устойчивости карьерных откосов, намывных и насыпных техногенных массивов.

Обобщение факторов, влияющих на механическое состояние массивов горных пород. Заключение.

4.2. Лабораторный практикум по дисциплине не предусмотрен

4.3. Примерная тематика практических занятий

1. Определение нормативных расчетных нагрузок на крепи горных выработок.
2. Определение нормативных расчетных нагрузок на обделки подземных сооружений.
3. Проверка прочности сечений внецентренно-сжатых бетонных и железобетонных конструкций.
4. Расчет арочных податливых крепей горных выработок.
5. Расчет сплошных кольцевых обделок.
6. Расчет сборно-монолитных обделок подземных сооружений при открытом способе производства работ.
7. Расчет многошарнирных сборных конструкций.
8. Расчет грунтовых анкеров.
9. Расчет крепи тонких подпорных стен.
10. Расчет комбинированных конструкций крепи.
11. Расчет параметров крепи регулируемого сопротивления.
12. Расчет породных несущих конструкций.

5. Образовательные технологии

Образовательная технология — это система взаимосвязанной деятельности преподавателя и обучающихся, основанная на конкретной концепции в соответствии с определенными принципами и взаимосвязью целей, содержания, методов, средств обучения. Образовательные технологии разрабатываются педагогической наукой и внедряются в педагогическую практику высшей школы с целью повышения эффективности образовательного процесса, развития профессионально и социально компетентной личности специалиста.

Организация занятий по дисциплине "Механика подземных сооружений" возможна как по обычной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) по расписанию, так и по технологии группового модульного обучения при планировании проведения всех видов работ (аудиторных занятий и самостоятельной работы по дисциплине) в автоматизированной аудитории с проекционным оборудованием и компьютерами.

Модульное обучение как образовательная технология также основано на идее личностно-центрированного подхода, в соответствии с которым центром педагогической системы является обучающийся, а приоритетное значение приобретают самостоятельная работа студентов и самоконтроль. Технология модульного обучения возникла в противовес традиционной аудиторно-лекционной системе, которая игнорирует индивидуальные различия студентов и требует усвоения одного и того же объема учебного материала за один и тот же период времени всеми учащимися

Для этого на кафедре «Техника и технология горного и нефтегазового производства»:

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются студентам для ознакомления и

изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (контролируется).

Практические занятия проводятся в компьютерных классах ПК-13,) с использованием прикладного программного обеспечения.

Модульное обучение связано с рейтинговой системой контроля. Контроль проводится три раза в семестр и виде контрольных работ, теста, зачета, экзамена. В рамках каждого модуля студент усваивает как предметные знания (теоретическая часть), так и виды деятельности, связанные с применением этих знаний (практическая часть). Соответственно контроль может быть содержательным, деятельностным либо содержательно-деятельностным (проверка усвоения теоретических заданий, решения задач). Результаты итогового контроля характеризуют в равной мере успешность учебной деятельности студента и эффективность педагогической деятельности преподавателя.

Модульная интерпретация учебного курса основывается на дидактическом принципе системности, который предполагает: отбор необходимого и достаточного объема систематизированных знаний учебной дисциплины (ее понятийной базы с набором основных смысловых единиц); сочетание теоретической и практической частей модуля; систематический контроль, логически завершающий каждый модуль и приводящий к развитию способностей студентов анализировать, систематизировать и прогнозировать адекватные решения профессиональных задач.

Преподавателю становится все труднее ориентироваться в учебном процессе на «среднего» студента. Очевидно, что высококачественное продуктивное обучение возможно лишь при разумном сочетании группового обучения с индивидуальным и дифференцированным.

Кроме этого, на практических занятиях применять методы нтерактивного обучения: что направлено на организацию образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата.

- использование интерактивных инструментов для генерации идей (мозговой штурм);
- использование интерактивных инструментов для управления проектом и разделения ролей внутри проектного коллектива и разделением на подгруппы для решения практических задач;
  круглые столы, групповые дискуссии, общение на

  профессиональные темы в рамках читаемой дисциплины.

№	Наименование практического занятия	Метод интерактивного обучения	Количество часов
1	Расчет и определение параметров искусственных породных конструкций.	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2
2	Определение параметров крепи регулируемого сопротивления капитальных горных выработок	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов (контролируются конспекты);

подготовку к контрольным работам и тестам (самостоятельное выполнение контрольных заданий, решение типовых задач);

подготовку реферата или презентации по предложенным темам;

выполнение курсовой работы (анализ исходных данных, определение расчетных нагрузок, выбор и обоснование конструкции крепи, составление расчетной схемы, определение внутренних усилий в конструкции, проверка прочности сечения, составление ведомости расхода материалов и паспорта крепления подземного сооружения);

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Механика подземных сооружений»

6.1.1. Перечень компетенций

В результате освоения дисциплины формируются следующие общекультурные компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
ПСК-5.3	Способность разрабатывать технологические схемы и календарный план строительства, выбирать способы, технику и технологию горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки,

В процессе освоения образовательной программы отдельные компоненты данных компетенций формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

Профессиональные компетенции:

ПК-1 Владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов		
Показатель	**Критерии оценивания**	
	Не зачтено	**Зачтено**
уметь: ● осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования ● ставить цели и задачи на	Обучающийся не умеет осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования, ставить	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень умения осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных

проекте, а также совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату ● совместно с другими участниками проекта организовывать проектную работу и планировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла ● предлагать конкретные идеи и проектные решения ● в составе команды решать задачи в рамках проекта по направлению профессиональной деятельности ● совместно с другими участниками проекта разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта ● совместно с другими участниками проекта осуществлять разработку проекта в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта	цели и задачи на проекте, совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату, организовывать проектную работу и планировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла, предлагать конкретные идеи и проектные решения, в составе команды решать задачи в рамках проекта по направлению профессиональной деятельности, совместно с другими участниками проекта разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта и осуществлять разработку проекта в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта	данных для проектирования, ставить цели и задачи на проекте, совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату, организовывать проектную работу и планировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла, предлагать конкретные идеи и проектные решения, в составе команды решать задачи в рамках проекта по направлению профессиональной деятельности, совместно с другими участниками проекта разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта и осуществлять разработку проекта в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта
владеть: ● навыком поиска, сбора, обобщения и систематизации исходных данных для проектирования ● навыком постановки цели и задач на проекте, а также формирования общих требований к итоговому результату проекта ● навыком организации проектной работы и планирования этапов проекта с учетом его жизненного цикла ● навыком формирования конкретных идей и проектных решений, а также их обоснованного выбора, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной задаче ● навыком вести разработку и в составе команды решать задачи в рамках профессиональной деятельности ● навыком разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта	Обучающийся не владеет навыком осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования способен ставить цели и задачи на проекте, а также формировать общие требования к итоговому результату проекта способен организовать проектную работу и спланировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла способен формировать конкретные идеи и проектные решения, а также осуществлять их обоснованный выбор, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной задаче способен вести разработку и в составе команды решать задачи в рамках	Обучающийся владеет навыком осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования способен ставить цели и задачи на проекте, а также формировать общие требования к итоговому результату проекта способен организовать проектную работу и спланировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла способен формировать конкретные идеи и проектные решения, а также осуществлять их обоснованный выбор, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной задаче способен вести разработку и в составе команды решать задачи в рамках профессиональной

● навыком достигать результата в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта	профессиональной деятельности способен разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта способен достигать результата в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями.	деятельности способен разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта способен достигать результата в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями.

ПСК-5.3 Способность разрабатывать технологические схемы и календарный план строительства, выбирать способы, технику и технологию горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки

Показатель	**Критерии оценивания**	
	Не зачтено	**Зачтено**
уметь: ● ставить цели и задачи на проекте, а также совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату ●	Обучающийся не умеет осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования, ставить цели и задачи на проекте, совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату, организовывать проектную работу и планировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла, предлагать конкретные идеи и проектные решения, в составе команды решать задачи в рамках проекта по направлению профессиональной деятельности, совместно с другими участниками проекта разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта и осуществлять разработку проекта в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень умения осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования, ставить цели и задачи на проекте, совместно с другими участниками проекта формировать общие требования к итоговому результату, организовывать проектную работу и планировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла, предлагать конкретные идеи и проектные решения, в составе команды решать задачи в рамках проекта по направлению профессиональной деятельности, совместно с другими участниками проекта разрабатывать проектную документацию с учетом специфики проекта и осуществлять разработку проекта в намеченные сроки и в соответствии с исходными требованиями к итоговому результату проекта
владеть: ● навыком поиска, сбора, обобщения и систематизации исходных данных для проектирования ● навыком постановки цели и	Обучающийся не владеет навыком осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования	Обучающийся владеет навыком осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для проектирования способен ставить цели и

задач на проекте, а также формирования общих требований к итоговому результату проекта ● навыком организации проектной работы и планирования этапов проекта с учетом его жизненного цикла ● навыком формирования конкретных идей и проектных решений, а также их обоснованного выбора, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной задаче ●	способен ставить цели и задачи на проекте, а также формировать общие требования к итоговому результату проекта способен организовать проектную работу и спланировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла способен формировать конкретные идеи и проектные решения, а также осуществлять их обоснованный выбор, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной	задачи на проекте, а также формировать общие требования к итоговому результату проекта способен организовать проектную работу и спланировать этапы проекта с учетом его жизненного цикла способен формировать конкретные идеи и проектные решения, а также осуществлять их обоснованный выбор, исходя из их корректности, эффективности и соответствия поставленной задаче .

Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Механика подземных сооружений» приведены в Приложении 2 к рабочей программе.

6.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Методические указания по выполнению самостоятельной работы
1.	Раздел 1	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Самостоятельное выполнение практических заданий
2.	Раздел 2	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Изучение учебно-методических материалов
3.	Раздел 3	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Подготовка рефератов.
4.	Раздел 4	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий и подготовка рефератов
5.	Раздел 5	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач, выполнение контрольной работы
6	Раздел 6	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач, подготовка реферата

7	Раздел 7	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач, выполнение контрольной работы №2
8	Раздел 8	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач, подготовка к экзамену

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Механика подземных сооружений»

7.1 Основная литература

7.1.1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. "Механика подземных сооружений и конструкции крепей". Учебник для ВУЗов: М.: Недра 1992.

7.1.2. Картозия Б.А., Борисов В.Н. "Инженерные задачи механики подземных сооружений". Учебное пособие для ВУЗов. М.; МГГУ 2001.

7.1.3. Булычев Н.С. "Механика подземных сооружений". Учебник для ВУЗов. М.: Недра 1994.

7.1.4. ФЗ №384 РФ от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

7.2 Дополнительная литература

7.2.5. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев Н.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техника, 1999г.

7.2.6. Бенявски З. Управление горным давлением: пер.с англ. – М.: Мир,1990г.

7.2.7. Картозия Б.А., Борисов В.Н., Пшеничный В.А. Инструкция и методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Механика подземных сооружений и конструкции крепей» - М.:МГГУ, 2007г.

7.2.8. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки. М.; Стройиздат 1982г.

7.2.9. СНиП 32-02-2003. Метрополитены. М.; 2004г.

7.2.10. СП 32-105-2004 Метрополитены, М.: 2005г.

7.2.11. СНиП 2.06.09-84. Тоннели гидротехнические. М.; Стройиздат 1985г.

7.2.12. СНиП 32-04-84. Тоннели железнодорожные и автодорожные. М.: Стройиздат 1985г.

7.2.13. СНиП 2.11.04-85. Подземные хранилища нефтепродуктов и сжиженных газов. М.; Стройиздат 1986г.

7.2.14. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. М.; Стройиздат 1985г.

7.2.15. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.: 2004г.

7.2.16. СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций. М.: 2004г.

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Компьютерные пакеты программ для расчета конструкций (*Obdelka, Arka*), для оформления графических материалов при выполнении курсового проекта(*AutoCAD*).

Информационно-поисковые системы: *«Стройконсультант», «Кодекс», «Norma CS», «Scopus», «Science Direct».*

- Электронная патентная библиотека - http://bankpatentov.ru/node/10403
- ТРИЗ - http://www.metodolog.ru/00026/00026.html
- Дизайн-мышление -

https://drive.google.com/file/d/0B5cG42ceWxSHR2RJTENXWlpOVTQ/view

- Презентация “Процесс дизайн-мышления Стэндфордской школы” https://www.slideshare.net/irke/design-thinking-process
- Системная инженерия - Книга “Системноинженерное мышление” - http://techinvestlab.ru/files/systems_engineering_thinking/systems_engineering_thinking_2015.pdf
- Схематизация - https://drive.google.com/file/d/0B5cG42ceWxSHa3JwbTVrSE9fQ3c/view
- «Будущие технологические лидеры России» (образовательная программа летних научно-образовательных школ «Лифт в будущее»)
- Статья Московского Политеха о проектной деятельности - http://mospolytech.ru/storage/b53b3a3d6ab90ce0268229151c9bde11/files/ko_09_2016_3.pdf

8. Материально

7.4 Периодические издания:

1. Журналы: «Тоннели и метрополитены», «Подземное пространство мира», «Глюкауф», «Горный журнал», ГИАБ (горный информационный аналитический бюллетень), «Mining Engineering, International», «Journal of Rock Mechanics and Mining Science», журналы раздела тематического рубрикатора сайта http.//elibrary.ru (код 52.00.00, рубрика «Горное дело»).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория, оснащенная проектором для демонстрации слайдов, экраном и звуковым комплексом (учебный корпус, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.22; ауд. 318, 137,13);
2. Переносной проектор для демонстрации слайдов при чтении лекций (BENQ);
3. Ноутбук для демонстрации слайдов при чтении лекций (существующие альтернативы: ASUS, ACER, HP)

9. Методические рекомендации преподавателю

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей.

Дисциплина «Механика подземных сооруженицс » является обязательной дисциплиной базовой части учебного план и обеспечивает формирования профессиональных компетенций.

Структура и последовательность проведения лекционных занятий и практических занятий по дисциплине представлена в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Механика подземных сооружений» рассматривается в п.4 рабочей программы.

Базовая тематика рефератов по дисциплине «Механика подземных сооружений» представлена в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе.

Утверждение темы реферата производится преподавателем, проводящим практические занятия по дисциплине. Допустимо утверждение тем рефератов,

предложенных обучающимися самостоятельно, при условии их соответствия целям и задачам дисциплины «Механика подземных сооружений», актуальности и возможности адекватного раскрытия с учетом уровня текущей компетентности студента в рамках ОП.

Методика определения итогового семестрового рейтинга обучающегося по дисциплине «Механика подземных сооружений» представлена в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе.

Примерные варианты заданий для выполнения курсового проекта и перечень вопросов к экзамену по дисциплине представлены в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Механика подземных сооужений», приведен в п.7 настоящей рабочей программы.

10. Методические указания обучающимся

Методические указания по освоению дисциплины

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ геотехнологии в различных сферах недропользования, в том числе, при строительстве подземных сооружений и шахт.

Посещение лекционных занятий является обязательным. Пропуск лекционных занятий без уважительных причин в объеме более 40 % от общего количества предусмотренных учебным планом на семестр лекций влечет за собой невозможность аттестации по дисциплине «Механика подземных сооружений».).

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала. Допускается конспектирование лекционного материала письменным и компьютерным способом.
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью правильного понимания теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой.

Практическое занятие – это активная форма учебного процесса в вузе. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Практические задания выполняются обучающимися в аудиториях и самостоятельно. Практическое задание оценивается по критериям, представленным в Приложении 2 к рабочей программе.

Проведение практических занятий по дисциплине «Механика подземных сооружений» осуществляется в формах, описанных в пункте 5 настоящей рабочей программы.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным. Пропуск практических занятий без уважительных причин в объеме более 50 % от общего количества предусмотренных учебным планом на семестр занятий даже при условии отличной работы на оставшихся занятиях влечет за собой невозможность аттестации по дисциплине по итогам семестра.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Самостоятельное получение недостающих знаний по отдельным задачам и дисциплинам возможно как с помощью соответствующей профессиональной литературы, так и посредством освоения современных онлайн курсов от ведущих университетов и компаний. Рекомендованные платформы онлайн курсов - https://ru.coursera.org, https://openedu.ru .

Студенту рекомендуется посещать и участвовать в выставках и конференциях по тематике реализуемого проекта, которые способствуют расширению кругозора, ознакомлению с существующими трендами тематики проекта, поиском возможных альтернативных решений. Например, это регулярный городской фестиваль научно-технического творчества молодёжи «Образование. Наука. Производство» - http://nttm.mosmetod.ru .Рекомендуется участвовать в регулярно проводимых лекциях и сессиях, посвященных современным технологическим вызовам и инновациям, например, в Агентстве стратегических инициатив - https://asi.ru .Для поиска дополнительного финансирования и развития проекта в будущем рекомендуется ознакомление с регламентами различных конкурсов поддержки молодежных проектов и самостоятельное участие в этих конкурсах:

- конкурс «Умник» выдает гранты для поддержки инновационных проектов - http://umnik.fasie.ru
- Преактум – программа по развитию проектной, практико-ориентированной и предпринимательской деятельности среди молодежи http://preactum.ru

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников - ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими выпускниками.

Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине «Механика подземных сооружений» приведен в п.7 настоящей рабочей программы.

Изучение основной и дополнительной литературы, а также просмотр рекомендованных фильмов по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.6

рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине «Строительная геотехнология».

Сведения о текущем контроле успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра путем регулярной проверки присутствия обучающегося на лекционных и практических занятиях, оценки качества и активности работы на практических занятиях при решении задач и в ходе текущих опросов

Сведения о текущей работе студентов по дисциплине «Механика подземных сооружений» фиксируются преподавателем и служат базовым основанием для итоговой аттестации

Текущая аттестация по дисциплине «Механика подземных сооружений» проводится в формах контрольных работ и заслушивания рефератов.

Примерные задания для контрольных работ, а также вопросы тестирования по дисциплине «Механика подземных сооружений» приведены в различных подпунктах в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе без указания правильных вариантов ответов или методики выполнения соответствующих заданий для стимулирования поисковой активности обучающегося.

Методические указания по подготовке к промежуточной/ итоговой аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механика подземных сооружений» в 5-м семестре проходит в форме экзамена.
Экзаменационный билет по дисциплине «Механика подземных сооружений» состоит из 3 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Механика подземных сооружений» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей формирования БРС и оценки сформированности компетенций приведен в соответствующем подпункте Приложении 2 к рабочей программе.

Подготовка к экзамену предполагает изучение рекомендуемой литературы и других источников, конспектов лекций, повторение материалов практических занятий.
Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки специалистов **21.05.04 «Горное дело»**.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Механика подземных сооружений» по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело», Шахтное и подземное строительство (специалист), Заочная форма обучения:

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
8 семестр															
1.	Введение. Взаимодействие массивов горных пород с подземными сооружениями, устойчивость породных обнажений	8	1	1	1		15					+			
2.	Взаимодействие в системе «крепь-массив»; формирование нагрузки на конструкции подземных сооружений; конструкции крепей горных выработок и обделок подземных сооружений различного назначения	8	1	2	1		25						+		
3	Расчет крепей и обделок; основные положения методов и методик расчета.	8	1	1	2		25						+		
4.	Нормативные положения по проектированию и расчету конструкций подземных сооружений	8	2	2	2		25								
5.	Особенности расчета искусственных породных конструкций, выбор оптимальных параметров конструкций крепей и обделок	8	2	2	2		38								
	Всего в семестре			8	8										
	Форма аттестации	**8**	**1-2**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине	**144**		**8**	**8**		**128**							**14**	

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 21.05.04. «Горное дело»

Профиль: **Шахтное подземное строительство**

Формы обучения: заочная

Виды профессиональной деятельности:

-производственно-технологическая;
-организационно-управленческая;
-научно-исследовательская;
-проектная.

Кафедра: Техники и технологии горного и нефтегазового производства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Механика подземных сооружений»

Составитель:

Старший преподаватель А.В.Кузина

Москва, 2021 год

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ПК-1	Умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	**Промежуточный контроль:** экзамен, защита курсовой работы **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа	1,2,7,8
ПСК-5.3	Способность разрабатывать технологические схемы и календарный план строительства, выбирать способы, технику и технологию горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки,	**Промежуточный контроль:** экзамен, защита курсовой работы **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа	3,4,5

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии оценки ответа на экзамене (формирование компетенций ПК-6)

«5» (отлично): обучающийся четко и без ошибок отвечает на все экзаменационные вопросы, демонстрирует прочные теоретические знания законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве, способов и средств безопасного ведения горных работ, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий (ПК-6);

«4» (хорошо): обучающийся отвечает на все экзаменационные вопросы, демонстрирует хорошие теоретические знания законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве, способов и средств безопасного ведения горных работ,

владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся хорошо владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий (ПК-6);

«3» (удовлетворительно): обучающийся удовлетворительно отвечает на экзаменационные вопросы, демонстрирует неглубокие теоретические знания законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве, способов и средств безопасного ведения горных работ, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих (ПК-6);

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, неудовлетворительно отвечает на экзаменационные вопросы, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих (ПК-6).

2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях (формирование компетенций ПК-1, ПСК-5,3)

«5» (отлично): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся на высоком уровне владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий, разработки плана ликвидации аварий и комплекса мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации горных машин и оборудования и снижению их техногенной нагрузки на окружающую среду(ПК-6);

«4» (хорошо): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

Обучающийся хорошо владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий, разработки плана ликвидации аварий и комплекса мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации горных машин и оборудования и снижению их техногенной нагрузки на окружающую среду (ПК-6);

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий, разработки плана ликвидации аварий и комплекса мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации горных машин и оборудования и снижению их техногенной нагрузки на окружающую среду (ПК-6);

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся:

не владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий и разработки комплекса мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации горных машин и оборудования и снижению их техногенной нагрузки на окружающую среду (ПК-6);

2.3. Критерии оценки контрольной работы (формирование компетенций ПК-1,ПСК-5,3)

«5» (отлично): все задания контрольной работы выполнены без ошибок в течение отведенного на работу времени; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся на высоком уровне владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, порядком расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации (ПК-6);

«4» (хорошо): задания контрольной работы выполнены с незначительными замечаниями в полном объеме либо отсутствует решение одного задания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют

собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся хорошо владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, порядком расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации (ПК-6);

«3» (удовлетворительно): задания контрольной работы имеют значительные замечания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, порядком расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации (ПК-6);

«2» (неудовлетворительно): задания в контрольной работе выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся не владеет методами прогноза, предотвращения и ликвидации последствий аварий, порядком расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации (ПК-6);

2.4. Итоговые показатели сформированности компетенций по дисциплине в разрезе дескрипторов «знать/ уметь/ владеть»:

ПК-1 - Умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: законодательные основы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способы и средства безопасного ведения горных работ; порядок расследования аварий и несчастных случаев и оформления	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний законодательн ых основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний законодательн ых основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний законодательн ых основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного

необходимой документации	средств безопасного ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации	ведения горных работ; порядка расследования аварий и не-счастных случаев и оформления необходимой документации Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации
уметь: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировани и, строительстве и эксплуатации горных предприятий . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточност	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировани и, строительстве и эксплуатации горных предприятий. Умения освоены, но допускаются незначительны	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировани и, строительстве и эксплуатации горных предприятий

		ь умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	е ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	
владеть: навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий	Обучающийся владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся владеет проектирования системы проветривания горных объектов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий.

2.4. Итоговые показатели сформированности компетенций по дисциплине в разрезе дескрипторов «знать/ уметь/ владеть»:

ПК-6 - использованием 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	
Показатель	**Критерии оценивания**

	2	3	4	5
знать: законодательные основы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способы и средства безопасного ведения горных работ; порядок расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного ведения горных работ; порядка расследования аварий и не-счастных случаев и оформления необходимой документации Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний законодательных основ обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на горном производстве; способов и средств безопасного ведения горных работ; порядка расследования аварий и несчастных случаев и оформления необходимой документации

уметь: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий
владеть: навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий горнодобывающих предприятий	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации	Обучающийся владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий	Обучающийся владеет проектирования системы проветривания горных объектов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся в полном объеме владеет навыками применения отраслевых правил безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации

	предприятий горнодобывающих предприятий	горнодобывающих предприятий Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	предприятий горнодобывающих предприятий.

3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего и промежуточного контроля по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора компетенций, предусмотренных ОП по дисциплине.

3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)

(формирование компетенций ПК-1. ПСК-5,3)

Тематика практических занятий для текущего контроля по дисциплине изложена в Приложении 1 к рабочей программе.

Примерные темы практических занятий:

1. Определение нормативных расчетных нагрузок на крепи горных выработок.

2. Определение нормативных расчетных нагрузок на обделки подземных сооружений.

3. Проверка прочности сечений внецентренно-сжатых бетонных и железобетонных конструкций.

4. Расчет арочных податливых крепей горных выработок.

5. Расчет сплошных кольцевых обделок.

6. Расчет сборно-монолитных обделок подземных сооружений при открытом способе производства работ.

7. Расчет многошарнирных сборных конструкций.

8. Расчет грунтовых анкеров.

9. Расчет крепи тонких подпорных стен.

10. Расчет комбинированных конструкций крепи.

11. Расчет параметров крепи регулируемого сопротивления.

12. Расчет породных несущих конструкций.

3.3. Текущий контроль (выполнение тестовых работ)

(формирование компетенций ПК-1, ПСК-5,3)

Примерные задания для контрольных работ

Целью тестовых работ является текущий (оперативный) контроль знаний и навыков по разделам дисциплины. Каждый тест состоит из 4–10 тестовых заданий (элементарных задач) и предоставляет возможность выбора из перечня ответов. Тесты проводятся каждые две недели, как на аудиторных занятиях, так и в часы вне сетки расписания. Правильные решения разбираются на практических и/или лекционных занятиях, а также на консультациях.

.1. Укажите, какой из нижеприведенных факторов:

а) глубина устья

б) прочность вмещающих горных пород

в) собственный вес крепи

г) Трещиноватость породного массива

оказывает влияние на нормативную вертикальную нагрузку на крепь устья вертикального ствола.

2. В слабых водонасыщенных песках вертикальная нагрузка на обделку определяется:

а) весом пород в своде естественного равновесия

б) весом вышележащей толщи пород

в) весом локальных вывалов породы

г) взаимодействием обделки и массива горных пород

3. Категория устойчивости массива горных пород вокруг горизонтальных горных выработок не зависит от:

а) глубины заложения выработки

б) угла залегания горных пород

в) конструкции крепи

г) срока службы выработки

4. Пролет свода естественного равновесия зависит от следующих факторов (укажите два из нижеперечисленных):

а) трещиноватость породного массива

б) угол внутреннего трения горных пород

в) размеры выработки

г) коэффициент крепости горных пород

д) коэффициент сцепления горных пород

5. Нагрузка от наземного транспорта на поверхности относится к:

а) постоянной

б) особой

в) временной длительной

г) кратковременной

д) строительной

6. Укажите, какая из нижеперечисленных нагрузок:

а) от наземного транспорта на поверхности

б) от сезонного давления подземных вод

в) от давления щитовых домкратов

г) от морозного пучения грунтов

относится к переходной расчетной ситуации.

3.4. Курсовая работа (формирование компетенций ПК-1,ПСК-5.3)

Цель курсового проектирования состоит в обучении студента умению самостоятельно решать одну из важнейших задач горного дела, связанную с обоснованием и выбором для заданных горно-геологических условий оптимального типа крепи и расчетом ее основных конструктивных параметров. Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями.

При разработке курсовой работы студент должен максимально использовать свои теоретические и практические знания, полученные при изучении данной дисциплины, а также практический опыт, приобретенный им за время прохождения учебной практики.

Основными темами курсовой работы являются:

1. Разработать проект крепления вертикальной горной выработки.
2. Разработать проект крепления горизонтальной (наклонной) капитальной горной выработки.

5 Разработать проект крепления перегонного тоннеля метрополитена.
6 Разработать проект крепления коллекторного тоннеля.
7 Разработать проект крепления транспортного тоннеля.
8 Разработать проект крепления тоннеля подземной гидроэлектростанции.
9 Разработать проект крепления котлована при строительстве станции метрополитена открытым способом.
10 Разработать проект крепления котлована при строительстве подземной автостоянки открытым способом.

Примерный вид задания на курсовую работу:

ЗАДАНИЕ №
на выполнение курсовой работы по дисциплине
«Механика подземных сооружений»

Студенту_____ группы_____
Составить проект крепления горной выработки при следующих исходных данных:
1. Наименование выработки *Полевой уклон*_____
2. Срок службы выработки *18 лет*_____
3. К выбору размеров сечения выработки в свету:
число путей *1 путь + 1 конвейер*_____
наличие прохода для людей *1*_____
тип электровоза или конвейера *А14, ЛК-100*_____
4. Глубина заложения выработки *Н=1300м*_____
5. Геологические условия залегания пород и их механические свойства:
угол падения $\alpha=8^0$_____
породы в кровле выработки *R=40МПа*_____
породы в стенах выработки *R=60МПа*_____
породы в почве выработки *R=70МПа*_____
6. Наличие соседних и примыкающих выработок *На расстоянии L=30м находится параллельная выработка* $b_{пр}=5,5м$_____
7. Способ проведения работ *БВР*_____
8. Наличие напорных водоносных горизонтов *Нет*_____
9. Дополнительные сведения о выработке и структурно-механических особенностях породного массива: *Среднее расстояние между трещинами в породном массиве составляет 1,8м*_____

3.5. Промежуточный контроль (реферат)

(формирование компетенций ПК-1, ПСК-5.3)

Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к техническим отчетам, обзорам и статьям.

Реферат готовится в последние две недели изучения дисциплины. Объем реферата 8–10 страниц. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом определённой темы по нескольким источникам информации (учебникам, научным статьям, технической и справочной литературы в бумажной и электронной форме, электронным ресурсам Интернета), систематизацию найденного материала и краткое его изложение.

Темы:

1. Современные материалы для несущих конструкций подземных сооружений.
2. Определение нагрузок на крепи горных выработок в режиме взаимовлияющей деформации.
3. Определение нагрузок на обделки подземных сооружений в режиме заданной нагрузки в условиях сводообразования.
4. Определение нагрузок на комбинированные конструкции крепи.
5. Современные конструкции грунтовых анкеров для обеспечения устойчивости тонких подпорных стен.
6. Определение параметров монолитной бетонной крепи с использованием принципа технологической податливости.
7. Современные способы борьбы с пучением почвы горных выработок.
8. Геомеханические параметры способа предотвращения пучения почвы взрывной разгрузкой пород с последующим упрочнением.
9. Перспективы применения облегченных конструкций крепей в сложных геомеханических условиях.
10. Определение параметров крепей на основе глубинного упрочнения вмещающих выработку горных пород.
11. Инновационные технологии обеспечения устойчивости подземных сооружений.
12. Анализ зарубежного опыта обеспечения устойчивости капитальных горных выработок. Новые тенденции.
13. Конструкции обделок городских большепролетных подземных сооружений (станции метрополитена, автостоянки, торговые и развлекательные комплексы).
14. Определение параметров крепи регулируемого сопротивления капитальных горных выработок.
15. Сопоставительный анализ положений современных нормативных документов по определению расчетных нагрузок на крепи и обделки.

16. Эволюция методов расчета железобетонных конструкций подземных сооружений.
17. Современная законодательная и нормативная базы по проектированию инженерных конструкций подземных сооружений.
18. Роль технического регулирования в проектировании конструкций подземных сооружений.
19. Основные положения ФЗ РФ №384 от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» применительно к подземным конструкциям.
20. Анализ рисков, связанных с обеспечением устойчивости подземных сооружений в течение всего их жизненного цикла.
21. Перспективы использования стеклопластиков для создания несущих конструкций и гидроизоляционных оболочек канализационных тоннелей.
22. Современные тенденции сокращения расхода строительных материалов при возведении обделок подземных сооружений.
23. Анализ современных программных комплексов для расчета строительных конструкций подземных сооружений.
24. Анализ причин аварий подземных сооружений, связанных с разрушением несущих конструкций.
25. Основные требования к долговечности, надежности и работоспособному состоянию обделок подземных сооружений. Пути реализации этих требований.
26. Оптимизация проектных решений при разработке несущих конструкций подземных сооружений.

3.6. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)

(формирование компетенций ПК-1, ПСК-5,3)

1. Основные положения технического регламента о безопасности зданий и сооружений.
2. Требования механической безопасности подземных сооружений.
3. Уровни ответственности подземных сооружений в соответствии с Градостроительным кодексом РФ.
4. Основы проектирования несущих конструкций подземных сооружений.

5. Общие требования к проектированию сечений конструкций подземных сооружений.
6. Проектирование внецентренно-сжатых бетонных обделок.
7. Проектирование внецентренно-сжатых железобетонных обделок при симметричном армировании.
8. Проектирование внецентренно-сжатых железобетонных обделок при несимметричном армировании.
9. Определение коэффициента продольного изгиба при расчете бетонных и железобетонных обделок.
10. Проектирование изгибаемых железобетонных крепей и обделок.
11. Проектирование внецентренно-сжатых стальных крепей и обделок.
12. Проектирование изгибаемых металлических конструкций при креплении котлованов.
13. Нормативные методы определения нагрузок на крепи вертикальных горных выработок от горного давления.
14. Нормативные методы определения нагрузок на крепи вертикальных горных выработок от давления подземных вод.
15. Нормативные положения по определению устойчивости вертикальных горных выработок.
16. Определение толщины монолитной бетонной крепи вертикальных стволов.
17. Определение нагрузок на крепи устьев вертикальных стволов от горного давления.
18. Определение нагрузок на крепи устьев вертикальных стволов от зданий и сооружений на поверхности.
19. Определение нагрузок на крепи стволов неглубокого заложения в условиях плотной городской застройки.
20. Оценка устойчивости горизонтальных и наклонных горных выработок в соответствии с нормами проектирования.
21. Нормативные положения по определению расчетных нагрузок на крепи горизонтальных и наклонных горных выработок.
22. Нормативное определение нагрузок на крепь выработок камерного типа.
23. Определение категории устойчивости и выбор крепи для выработок, проводимых в соляных породах.

24. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки транспортных тоннелей.
25. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки гидротехнических тоннелей.
26. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки подземных сооружений метрополитенов.
27. Нормативные положения по определению нагрузок на подземные сооружения от временного транспорта на поверхности.
28. Основные положения по расчету подземных сооружений на всплытие.
29. Конструкции анкерных крепей.
30. Конструкции обделок транспортных тоннелей.
31. Конструкции обделок тоннелей метрополитенов.
32. Конструкции обделок станций метрополитена.
33. Конструкции обделок гидротехнических тоннелей.
34. Конструкции комбинированных крепей горных выработок.
35. Конструкции крепей из искусственно-упрочненных пород.
36. Конструкции крепей вертикальных стволов.
37. Классификация обделок подземных сооружений по расчетным схемам.
38. Классификация крепей горных выработок по расчетным схемам.
39. Основные положения по расчету анкерных крепей.
40. Методы расчета набрызг-бетонных крепей.
41. Основные положения по определению нагрузок на вертикальную гибкую подпорную стенку.
42. Основные положения по определению активного и пассивного давлений грунта на подпорные стены.
43. Порядок определения глубины защемления крепи котлованов при отсутствии распорного пояса.
44. Порядок определения глубины защемления крепи котлованов при наличии распорного пояса.
45. Общие положения по определению внутренних усилий в сечениях вертикальной крепи котлованов.

46. Конструкции и расчет арочных двухшарнирных крепей при симметричной нагрузке.

47. Основные положения по расчету двухшарнирных арочных обделок кругового очертания.

48. Основные положения по расчету арочных двухшарнирных и бесшарнирных крепей параболического очертания.

49. Основные положения по расчету шарнирных арочных крепей.

50. Основные положения по определению внутренних усилий в кольцевых монолитных крепях и обделках от ак4тивных нагрузок.

51. Методика определения внутренних усилий в сечениях бесшарнирных кольцевых обделок от реактивного отпора грунта.

52. Методика определения внутренних усилий в сборно-монолитных обделках.

53. Основные положения по определению внутренних усилий в стеновых панелях сборно-монолитной обделки.

54. Основные положения по определению внутренних усилий в лотковом блоке сборно-монолитной обделки как балки на упругом основании.

55. Основные положения по расчету цельносекционных обделок.

56. Типы монтажных схем сборных кольцевых обделок.

57. Основные положения по расчету сборных кольцевых обделок как системы брусьев на упругом основании.

58. Особенности расчета обжимаемых в породу обделок.

59. Основные положения по расчету напорных гидротехнических тоннелей.

60. Основные положения по расчету грунтовых анкеров

Тематика типовых задач дисциплины, выносимых на экзамен

1. Определение расчетных нагрузок на крепи вертикальных горных выработок.
2. Определение расчетных нагрузок на устья вертикальных стволов.
3. Определение категории устойчивости горизонтальных и наклонных горных выработок.
4. Определение вертикальной и горизонтальной нагрузок на крепи горизонтальных и наклонных выработок.
5. Определение расчетных нагрузок на обделки транспортных тоннелей.

6. Определение расчетных нагрузок на обделки гидротехнических тоннелей.

7. Определение расчетных нагрузок на обделки подземных сооружений метрополитена.

8. Проверка прочности сечений внецентренно-сжатых бетонных конструкций.

9. Проверка прочности сечений внецентренно-сжатых железобетонных конструкций.

10. Проверка прочности сечений изгибаемых железобетонных конструкций.

11. Проверка прочности сечений изгибаемых стальных конструкций.

12. Определение монтажных усилий в обделках при продавливании конструкций.

13. Определение внутренних усилий и построение эпюр в двухшарнирных полуциркульных крепях.

14. Определение внутренних усилий и построение эпюр в монолитных кольцевых обделках.

15. Расчет необходимого количества арматуры во внецентренно-сжатых железобетонных обделках.

16. Расчет необходимого количества арматуры в изгибаемых железобетонных обделках.

17. Определение толщины монолитной бетонной крепи вертикального ствола.

18. Определение толщины внутренней оболочки напорных гидротехнических тоннелей от внутреннего давления воды.

3.6.1. Пример экзаменационного билета

МПУ	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1** по дисциплине «Механика подземных сооружений» для студентов по направлению подготовки специалистов 21.05.04 – Горное дело	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ 2021г.
1. Основные положения технического регламента о безопасности зданий и сооружений. 2. Нормативное определение нагрузок на крепь выработок камерного типа. 3. Методика определения внутренних усилий в сечениях бесшарнирных кольцевых обделок от реактивного отпора грунта. **Задача.** Определение вертикальной и горизонтальной нагрузок на крепи горизонтальных и наклонных выработок		