Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.10.2023 12:33:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 31 ” августа 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

«Геомеханика»

Направление подготовки
21.05.04 «Горное дело»

Специализация
Шахтное и подземное строительство

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Заочная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Геомеханика» следует отнести:

– передачу студентам знаний и умений, необходимые для творческого решения проблемы обеспечения устойчивости горных выработок и подземных сооружений различного назначения в течение всего срока их службы

К **основным задачам** освоения дисциплины «Геомеханика» следует отнести:

– формирование навыков самостоятельного выбора эффективных способов и средств поддержания горных выработок и подземных сооружений на основе геомеханических и горнотехнических условий строительства, расчета нагрузок и экономических показателей конструкций подземных сооружений

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Геомеханика» (Б1.1.1.30) относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы специалитета.

«Геомеханика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б1):

–Б.1.Б.24 Подземная геотехнология;

–Б.1.Б.26 Строительтная геотехнология.

–Б.1.Б.13 Физика горных пород;

–Б.1.Б.17 Сопротивление материалов в горном деле.

– Б.1.Б.21Материаловедение.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин (практик):

- Б1.Вр.4 Механика подземных сооружений;
- Б.1.С.1. Шахтное и подземное строитеьльство
- Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.
- Б2.П.2 Преддипломная практика
- Б3 Государственная итоговая аттестация

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 как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-9	владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	**знать:** -номенклатуру и классификацию крепей и обделок, используемых для обеспечения эксплуатационной надежности горных выработок; -проектировать форму, размеры поперечного сечения горных выработок и подземных сооружений различного функционального назначения **уметь:** использовать методы предварительной оценки экономической целесообразности использования различных способов обеспечения устойчивости горных выработок **владеть:** методами проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами, 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
ПК-1	Навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	**знать:** способность и готовность выбирать материалы для инженерных конструкций подземных и горнотехнических зданий и сооружений в зависимости от конкретных их эксплуатации. управлять свойствами материалов в процессе их приготовления; контролировании качества производимых материалов и изделий с целью доведения их до уровня требований, предъявляемых соответствующими ГОСТами; **уметь:** самостоятельно работать с рекомендуемой учебной и научной литературой, составлять рефераты на заданную преподавателем тему **владеть:** нормативно-техническими документами по стандартизации и управлению качеством строительства.

ПСК-5.2	готовностью 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 горно-технических зданий и сооружений на поверхности	**Знать:** нормативные документы, регламентирующие проектирование и расчеты крепей и обделок **,** конструктивные особенности подземных сооружений **уметь:** использовать в систему нормативных документов на проектирование конструкций крепей и обделок для объектов подземного строительства различного функционального назначения;- -использовать методы предварительной оценки экономической целесообразности использования различных способов обеспечения устойчивости горных выработок; - принимать технические решения по обеспечению механической безопасности подземных сооружений; составлять ведомости расхода материалов и паспорта крепления горных выработок **владеть:** - методами расчета конструкций подземных сооружений; - навыками проектирования крепей и обделок; - основными законодательными и нормативными документами.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часов (из них 162 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Геомеханика» изучаются на четвертом курсе.

седьмой семестр: лекции – 10 часов, практические занятия – 8 часов, форма контроля – экзамен. Изучение дисциплины "Геомеханика" включает в себя выполнение курсового проекта.

Структура и содержание дисциплины «Геомеханика» по 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**	**216/6**	**20**	**12**	**8**	**-**	**182**	**14**	**Экзамен-**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			8
Очно-заочная форма			
Контактная работа (всего)	**216**	**-**	**36**
В том числе:		-	
Лекции	12	-	12
Практические занятия (ПЗ)	8	-	8
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	**186**		**186**
В том числе:			
Курсовой проект (работа)			46
Расчетно-графические работы	-		
Реферат	-		10
Эссе	-		-
Контрольная работа (2 контрольные работы)			20
Другие виды самостоятельной работы			
Изучение лекционного материала			35
Подготовка к практическим занятиям			18
Подготовка к промежуточному/итоговому тестированию			18
Изучение нормативно-правовой документации			35
Вид промежуточной аттестации (**экзамен**)			**14**
Общая трудоемкость час./ зач. ед			**216/6**

Содержание разделов дисциплины.

Седьмой семестр

Введение

Наука геомеханика . Основные понятия и определения.

Раздел 1. Механические свойства горных пород и грунтов.

Общие сведения о механизме деформирования и разрушения горных пород.

Общие сведения о классификации горных пород. Особенности минерального строения. Внутреннее поле напряжений. Полные диаграммы деформирования.

Деформационные и прочностные свойства горных пород. Модуль упругости. Модуль деформации при одноосном сжатии и растяжении. Модуль деформации на запредельной стадии деформирования. Коэффициент Пуассона и коэффициент поперечной деформации. Масштабный эффект при испытании породных образцов. Остаточная прочность. Склонность к хрупкому разрушению. Влияние температуры, газа и воды.

Реологические свойства горных пород. Явления ползучести и релаксации напряжений. Статический и динамический модуль деформации. Длительная прочность. Особенности длительного деформирования за пределом прочности.

Деформирование и разрушение горных пород при объемном нагружении. Особенности объемного нагружения горных пород в массиве и соответствующие способы испытаний. Полные диаграммы деформирования при объемном нагружении. Общие сведения о теориях прочности горных пород. Паспорт прочности горных пород.

Механические свойства грунтов. Общая классификация грунтов. Водонасыщенные грунты и плывуны. Вечномерзлые и искусственно замороженные грунты.

Раздел 2. Массив горных пород и его структурно-механические особенности.

Природные и техногенные структурно-механические особенности массива горных пород. Общая классификация структурных элементов массива.

Неоднородность и анизотропия, естественная и искусственная. Трещиноватость и ее количественные характеристики. Слоистость.

Деформируемость и прочность породных массивов. Масштабный эффект в породном массиве. Механические свойства породного массива и образца породного массива. Деформируемость трещиноватых массивов. Деформируемость массивов, подверженных технологическому воздействию. Прочность массивов по структурным ослаблениям, прочностная анизотропия. Коэффициент структурного ослабления массива. Прочность массивов, подверженных технологическому воздействию.

Особенности механического состояния грунтовых массивов. Масштабный эффект в грунтовом массиве. Деформируемость и прочность грунтовых массивов. Влияние воды.

Начальное напряженное состояние породных и грунтовых массивов. Факторы, определяющие начальное напряженное состояние. Гравитационная составляющая нормальных напряжений по горизонтальным площадкам. Коэффициенты бокового расширения в породных массивах различного строения. Тектоническая составляющая начальных напряжений. Особенности начального напряженного состояния грунтовых массивов.

Раздел 3. Геомеханические процессы и формы их проявления.

Геомеханические процессы вокруг капитальных горных выработок и подземных сооружений. Общие сведения о напряженно-деформированном состоянии породных массивов вокруг протяженных выработок. Влияние формы поперечного сечения выработок, механических свойств и начального напряженного состояния массивов. Особенности напряженно-деформированного состояния вблизи забоя выработки, вокруг камер и подземных емкостей. Общие сведения о процессах разрушения породных массивов вокруг выработок. Влияние глубины заложения выработки и прочности горных пород. Нагрузка на крепь выработок.

Геомеханические процессы вокруг очистных и подготовительных горных выработок. Напряженно-деформированное состояние и разрушение кровли камер при разработке рудных месторождений. Влияние пролета камер, глубины их заложения, начального напряженного состояния массива, слоистости кровли. Допустимый пролет кровли камер. Напряженно-деформированное состояние и разрушение кровли очистных выработок при разработке одиночных пластов системами с длинными забоями. Формирование опорного давления. Периодичность геомеханических процессов. Влияние слоистости и трещиноватости кровли. Отжим угольного пласта. Шаг начального и установившегося обрушения. Напряженно-деформированное состояние и разрушение целиков. Влияние ширины, высоты целиков, начального напряженного состояния и трещиноватости массива. Допустимая ширина целиков. Напряженно-деформированное состояние и разрушение массива вокруг системы очистных выработок. Влияние надработки и подработки. Границы зон
разгрузки и опорного давления. Напряженно-деформированное состояние и разрушение массива вокруг подготовительных выработок. Формирование опорного давления, его динамическая и статическая составляющие. Нагрузка на крепь подготовительных выработок.

Геомеханические процессы сдвижения под влиянием горных работ. Сдвижение массивов под влиянием подземных горных работ. Влияние структурно-механических особенностей перекрывающего массива, глубины заложения и размеров выработанного пространства. Область, мульда, углы и зоны сдвижения. Сдвижение массивов под влиянием открытых горных работ. Классификация нарушений устойчивости откосов. Устойчивость откосов в песчано-глинистых и скальных породах.

Динамические проявления геомеханических процессов. Стреляние горных пород и горные удары. Условия возникновения и механизм горных ударов. Внезапные выбросы пород, угля и газа. Условия возникновения и механизм выбросов.

Раздел 4. Моделирование геомеханических процессов.

Физическое моделирование геомеханических процессов. Общие сведения о методах физического моделирования. Моделирование на

эквивалентных материалах. Моделирование на оптически активных материалах.

Математическое моделирование геомеханических процессов. Общие сведения о методах математического моделирования. Методы деформируемого твердого тела. Деформированное состояние. Напряженное состояние. Фундаментальные уравнения и геомеханические модели. Аналитические методы моделирования. Численные методы моделирования.

Контроль механического состояния породного массива. Контроль напряженного состояния массива. Контроль деформированного состояния и разрушения массива. Контроль взаимодействия массива с подземными конструкциями.

Особенности постановки и решения геомеханических задач. Постановка задач. Расчетная схема. Выбор метода. Общие сведения об инженерных задачах геомеханики.

Раздел 5. Инженерные задачи геомеханики.

Общие сведения о взаимодействии массивов горных пород с подземными сооружениями. Расчетные схемы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Понятие “расчетная схема взаимодействия массива горных пород с подземным сооружением”. Классификация расчетных схем. Примеры составления расчетных схем.

Устойчивость породных обнажений. Устойчивость незакрепленных выработок. Прогнозирование долговременной устойчивости и срока службы выработок. Общие сведения о способах обеспечения устойчивости выработок.

Общие сведения о формировании нагрузки на конструкции подземных сооружений. Формирование нагрузки от локальных вывалов и при сплошном сводообразовании. Формирование нагрузки в условиях совместного деформирования крепи и массива. Экспериментальные методы исследования процессов взаимодействия породных массивов с конструкциями подземных сооружений.

Общие требования к проектированию конструкций горных выработок и подземных сооружений. Классификации конструкций подземных сооружений. Нормативные положения по проектированию конструкций горных выработок и подземных сооружений.

Конструкции крепей горизонтальных и наклонных горных выработок. Сборные рамные конструкции. Сборные сплошные конструкции. Монолитные сплошные конструкции. Анкерная крепь. Комбинированные крепи и породные несущие конструкции. Проектирование геомеханических параметров технологии крепления горных выработок.

Конструкции крепей и армировок вертикальных выработок.

Монолитные конструкции. Сборные сплошные конструкции.

Комбинированные конструкции. Армировка стволов.

Конструкции обделок железнодорожных и автодорожных тоннелей. Конструкции обделок сооружений метрополитена при подземном способе производства работ. Конструкции обделок сооружений метрополитена при открытом способе производства работ.

Конструкции обделок безнапорных гидротехнических тоннелей. Конструкции обделок напорных гидротехнических тоннелей. Конструкции обделок машинных залов подземных ГЭС.

Конструкции обделок коллекторных тоннелей и подземных каналов. Конструкции обделок подземных емкостей и сооружений специального назначения

5. Образовательные технологии.

Основу курса составляют мультимедийные лекции по базовым вопросам проектирования крепей горных выработок и обделок подземных сооружений. Лекции проводятся в потоке с использованием слайдов, подготовленных преподавателем в программе Microsoft Power Point.

На каждом практическом занятии выделяется до 25 минут для просмотра видеофильмов или видеопрезентаций о современном мировом состоянии вопроса расчета и крепления выработок с последующим разбором и обсуждением их содержания. К разработке и демонстрации видеопрезентаций привлекаются студенты. Важное место в методическом плане освоения дисциплины играет самостоятельная работа студентов с научно-технической литературой и реферирование. Наиболее продвинутые в плане компьютерной грамотности студенты выполняют специальные задания по разработке фрагментов компьютерных презентаций .

Для студентов, готовящих рефераты и выполняющих индивидуальные задания, по желанию, устраиваются специальные консультации

Так же проводится индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта; заслушивание и обсуждение рефератов.

Для текущего контроля используется аудиторное компьютерное тестирование.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Геомеханика» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

На практических занятиях применять следующие методы интерактивного обучения:

№	Наименование практического занятия	Метод интерактивного обучения	Количество часов
1	Определение гранулометрического состава породы, диаметра и коэффициента неоднородности.	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2
2	Напряженное состояние породного массива	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2
3	Оценка устойчивости горных выработок	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	1
4	Определение нагрузок на крепь в условиях сводообразования	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	1
5	Оптимизация решения по выбору крепи	Активный диалог (дискуссия)	2

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 «Геомеханика»

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

6.2. Шкала оценивания текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Геомеханика»для формирования оценки академической успеваемости

По дисциплине «Геомеханика» на заочной форме применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся, основанная на следующих принципах:

	№	Форма контроля	Зачётный минимум	Зачетный максимум	График контроля
Аудиторная активность	1	Посещение (отмечается каждое занятие по шкале «Да/Нет»)	1	5	в дни лекционных занятий
	2	Активность на практических занятиях (отмечается каждое занятие по шкале «Неудовлетворительно/ Удовлетворительно/Хорошо/ Отлично»)	5	15	в дни практических занятий
СРС	2	Контрольная работа 1	8	15	*1 неделя* (4-10 мая)
	3	Контрольная работа 2	8	15	*2 неделя* (11-17 маяя)
	4	Защита курсового проекта	25	40	*3 неделя* (18-24 мая)
	5	Контрольное тестирование	8	10	*2 неделя* (15-16 мая)
		Итого:	55	100	

Максимально возможное количество баллов за аудиторную работу в семестре составляет 100 баллов. Оно складывается из посещения лекций, оценки работы на практических занятиях и балльной оценки прохождения контрольных точек.

Максимально возможное количество баллов за посещение лекций в течение семестра - 5 баллов.

Фактическое количество заработанных обучающимся баллов за лекции рассчитывается по формуле:

$$B_{лек} = \frac{5}{k_{план}} \times k_{лек}, \qquad (1)$$

где $k_{лек}$ - фактически посещенное обучающимся количество лекций за семестр;

$k_{план}$ - количество лекционных занятий в соответствии с учебным планом.

Минимально допустимое для получения итоговой аттестации по дисциплине количество баллов за посещение лекционных занятий составляет 2 балла.

Максимально возможное количество баллов за работу на практических занятиях в течение семестра - 15 баллов. Шкала оценки работы обучающегося на практическом занятии следующая:

неудовлетворительно - обучающийся не работал в течение занятия;

удовлетворительно - обучающийся не выполнил все запланированные задания;

хорошо – обучающийся выполнил задание ,но не смог правильно объяснить решения задания;

отлично - обучающийся выполнил все задания и правильно отвечал на поставленные по заданиям вопросы.

Фактическое количество заработанных обучающимся баллов за практические занятия рассчитывается по формуле:

$$B_{прак} = \sum_{i=0}^{n} \frac{15}{k_{план} \times k_{раб.i}}, \qquad (2)$$

где $k_{план}$ - количество практических занятий в соответствии с учебным планом;

n - фактически посещенное обучающимся количество практических занятий за семестр;

$k_{раб.\ i}$ - коэффициент, учитывающий работу обучающегося на i-том практическом занятии. Он будет составлять:

1 - при оценке работы обучающегося на «отлично»;

2 - при оценке работы обучающегося а на «хорошо»;

3 - при оценке работы обучающегося на «удовлетворительно».

4 - при оценке работы обучающегося на «неудовлетворительно».

Минимально допустимое для получения итоговой аттестации по дисциплине количество баллов за работу на практических занятиях составляет 5 баллов.

Для дисциплины «Геомеханика» установлены следующие контрольные точки и соответствующие им диапазоны балльной оценки:

1 контрольная точка	Контрольная работа №1	0-15 баллов
2 контрольная точка	Контрольная работа №2	0-15 баллов
3 контрольная точка	Защита курсового проекта	25-40 баллов
4 контрольная точка	Тестирование	8-10 баллов
ИТОГО за семестр		**0-80 баллов**

По дисциплине «Геомеханика» применяется следующая шкала перевода результатов контрольных работ, защиты курсового проекта и тестирования в балльные оценки:

Результаты контрольной работы (письменного опроса) / защиты РГР	Результаты тестирования	Количество баллов
Отлично	85% и более	20
	82% - 84%	19
	79% - 81%	18
	76% - 78%	17
	73% - 75%	16
Хорошо	70% - 72%	15
	67% - 69%	13
	64% - 66%	11
	61% - 63%	9
Удовлетворительно	55% - 60%	8
Неудовлетворительно	0%-54%	5

Минимально допустимое для получения итоговой аттестации по дисциплине количество баллов за прохождение каждой контрольной точки составляет 8 баллов.

Обучающиеся, набравшие в семестре менее 55 балла за аудиторную работу, **не допускаются до экзамена**.

Для допуска им необходимо добрать недостающие баллы путем подготовки рефератов и повторного написания контрольных работ по усмотрению преподавателя.

Ответ на экзамене оценивается по 100-балльной шкале. Минимально допустимое количество баллов за экзаменационный ответ составляет 50 баллов. При получении студентом на экзамене менее 50 баллов, студенты выдается дополнительная задача, оцениваемая 15 баллов. Если студент не может решить задачу, то экзамен не зачитывается и сдается повторно. Допускается две повторные сдачи.

Примерный алгоритм оценки результатов ответа обучающегося на экзамене выглядит следующим образом:

1. Ответ на один вопрос экзаменационного билета оценивается в диапазоне 0-50 баллов. Балльная оценка ответу обучающегося на вопрос билета присваивается следующим образом:

Качество ответа обучающегося	Количество баллов
Студент дает полностью неверный ответ, или ответ не по теме вопроса, или совсем не отвечает на вопрос	0
Дает краткий пространственный ответ с ошибками	5
Дает краткий ответ с большим количеством ошибок, не отвечает на наводящие вопросы, но дает определение понятий: породы, минерала, структура, текстура, классификация пород по крепости.	10
Дает развернутый ответ, содержащий некоторые неточности. На наводящие вопросы отвечает неверно. Не может самостоятельно решить предлагаемую задачу первого уровня.	30
Дает развернутый ответ, практически без неточностей..На наводящие вопросы отвечает верно, решает задачи первого уровня.	40
Дает правильный развернутый ответ на вопрос билета, решает	50

предложенные задачи второго уровня	

2. В случае необходимости и при желании обучающийся имеет право ответить на 4 дополнительных вопроса, не связанных с вопросами экзаменационного билета, задаваемых преподавателем устно, для повышения своего экзаменационного рейтинга. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 5 баллов.

Для получения допуска к экзамену по дисциплине «Геомеханика» сумма баллов в семестре, полученная обучающимися, после прохождения всех контрольных точек должна быть 55 и более баллов.

Итоговый рейтинг переводится в оценку для проставления в зачетную книжку обучающегося следующим образом:

Итоговый рейтинг по дисциплине «Геомеханика»	Академическая оценка
55-69 баллов	удовлетворительно
70-84 баллов	хорошо
85-100 баллов	отлично

6.3. 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] Изучение нормативных документов.
4.	Раздел 4	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий и разделов курсового проекта
5.	Раздел 5	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач геомеханики, выполнение разделов курсового проекта

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

а) **основная литература**:

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А., Борисов В.Н., Шашенко А.Н. Геомеханика, учебник в 2-х томах, М., Изд-во МГГУ, 2004
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. Учеб. для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: «Студент»,2012. – 543 с.
3. . Булычев Н.С. "Механика подземных сооружений". Учебник для ВУЗов. М.: Недра 1994.

б) **дополнительная литература**

4. Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. _ М.: Изд-во МГГУ, 2001. – 246 с.

в) **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».*

Видеофильмы (Всего 3)

Новые конструкции обделок
Крепление при микротоннелировании. Крепь горно-шахтных выработок

Видеопрезентации (Всего 8)

СНиП 2-94-80
СНиП 2-44-78
Крепи горных выработок
Обделки подземных сооружений
Формирование нагрузок на крепи и обделки
Выбор типа крепи
Технико- экономическое обоснование оптимальной конструкции крепи
Обделки гидротехнический сооружений

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 «Геомеханика » 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 «Геомеханика» рассматривается в п.4 рабочей программы.

Базовая тематика рефератов по дисциплине «Геомеханика» 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 «Геомеханика», актуальности и возможности адекватного раскрытия с учетом уровня текущей компетентности студента в рамках ОП.

Методика определения итогового семестрового рейтинга обучающегося по дисциплине «Геомеханика» 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 «Геомеханика», 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 развития геомеханических процессовв 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 «Геомеханика» по итогам семестра, так как обучающийся не набирает минимально допустимого для получения итоговой аттестации по дисциплине количества баллов за посещение лекционных занятий (см. соответствующие положения пункта 6 настоящей рабочей программы).

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 «Геомеханика» 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.

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 «Геомеханика» приведен в п.7 настоящей рабочей программы. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины «Геомеханика» по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.

Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов 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 «Геомеханика».

Расчётно-графическая работа. В соответствии с учебным планом в процессе изучения дисциплины обучающиеся выполняют расчётно-графическую работу (РГР) по заданиям, приведенным в Приложении 2 к рабочей программе.

Целью выполнения РГР является формирования у обучающихся системы умений и навыков в области проектирования формы, размеров поперечного сечения горных выработок и подземных сооружений различного функционального назначения.

Задачами выполнения РГР являются:

- научиться определять нагрузки на конструкции подземных сооружений;
- научиться производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость;
- научиться выбирать материалы для инженерных сооружений;
- овладеть практическими навыками проектирование подземных и наземных сооружений.;
- научиться определять взаимодействие и взаимосвязь бизнес-процессов

Выполнение РГР является обязательным условием для допуска обучающегося к экзамену. РГР оценивается по критериям, представленным в Приложении 2 к рабочей программе

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 блиц-опросов

Сведения о текущей работе студентов по дисциплине «Геомеханика» фиксируются преподавателем служат базовым основанием для формирования семестрового рейтинга по дисциплине.

Текущая аттестация по дисциплине «Геомеханика» проводится в формах контрольных работ, оценки защиты РГР и тестирования (см. соответствующие положения ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе).

Примерные задания для контрольных работ, а также вопросы тестирования по дисциплине «Геомеханика» 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 «Геомеханика» в 8-м семестре проходит в форме экзамена. Экзаменационный билет по дисциплине «Геомеханика» состоит из 3 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Геомеханика» 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 бакалавров **21.05.04 «Горное дело»**.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Геомеханика» 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.	Механические свойства горных пород и грунтов: деформирование и разрушение горных пород; деформационные и прочностные свойства; реологические свойства; деформирование и разрушение пород	8	1	2			10					14			
2.	Лабораторные методы изучения механических свойств горных пород и грунтов	8	1		2		12								
3.	Массив горных природные и техногенные структурно-механические особенности массива горных пород; деформируемость и прочность массивов; особенности механического состояния грунтовых массивов;	8	1	2	1		10				9	14	14		
4.	Геомеханические процессы и формы их проявления при строительстве горных выработок. начальное напряженное состояние породных и грунтовых массивов;	8	2	2	1		12								

	геомеханические процессы вокруг выработок и подземных сооружений; геомеханические процессы под влиянием горных работ;														
5.	Моделирование геомеханических процессов моделирование геомеханических процессов; контроль механического состояния породного массива	8	2	2			12				9				
6.	Закономерности формирования нагрузок на крепи и обделки	8	3	2	2		12					14	14		
7.	Инженерные задачи геомеханики в подземном строительстве	8	3	2	2		36			36					
	Всего в семестре			12	8										
	Форма аттестации	**8**	**1-3**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине	**216**		**12**	**8**		**196**			**76**	**18**	**40**	**32**	**30**	

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»
Профили: «Шахтное и 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

«ГЕОМЕХАНИКА»

Составитель: ***ст.препод. Кузина А.В.***

Москва, 2020 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)
ОПК-9	владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	**Промежуточный контроль:** экзамен, защита курсового проекта **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа; тестирование	1, 3, 5,
ПК-1	Навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	**Промежуточный контроль:** экзамен, защита курсового проекта **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа; тестирование; расчётно-графическая работа	4,5
ПСК-5.2	готовностью 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 горно-технических зданий и сооружений на поверхности	**Промежуточный контроль:** экзамен, защита курсового проекта **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа; тестирование	6,7,8

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

2.1 Критерии оценки ответа на экзамене
(формирование компетенций ОПК-9)

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания,

владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9);

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся: хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9);

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9);

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

Обучающийся не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9);

2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях (формирование компетенций ОПК-9)

«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 поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на высоком уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

хорошо владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на удовлетворительном уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

не владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2).

2.3 Критерии оценки контрольной работы
(формирование компетенций ОПК-9,ПК-1)

«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 навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на высоком уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

хорошо владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на удовлетворительном уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«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 навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

не владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2).

2.4. Критерии оценки тестирования (формирование компетенций ПСК-,2)

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных студентом на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов компьютерного тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Стандартный регламент тестирования включает:

- количество вопросов – 60;
- продолжительность тестирования – 60 минут;
- генерация теста из БТЗ – методом случайной выборки;
- режим контроля – жесткий (отсутствие возможности тестируемым увидеть результат ответа на вопрос теста в процессе тестирования).

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

Обучающийся:

на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на высоком уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

Обучающийся:

хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

хорошо владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

Обучающийся:

на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

на удовлетворительном уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2);

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

Обучающийся:

не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-1);

не владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-2).

2.5. Критерии оценки защиты расчётно-графической работы (формирование компетенций ОПК-9,ПСК-5.2)

«5» (отлично): выполнены все задания расчётно-графической работы; работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы соответствуют предъявляемым требованиям к текстовым документам; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите работы.

Обучающийся:

на высоком уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-9);

«4» (хорошо): выполнены все задания курсовой работы с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите работы.

Обучающийся:

хорошо владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-9);

«3» (удовлетворительно): задания курсовой работы имеют значительные замечания; работа выполнена с нарушениями графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите работы.

Обучающийся:

на удовлетворительном уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-9, ПСК-5,2);

«2» (неудовлетворительно): задания курсовой работы выполнены не полностью или выполнены неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям; нет ответов на вопросы преподавателя при защите работы.

Обучающийся:

не владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ОПК-9).

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

ОПК-9 - владением 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				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: способы определения нагрузки на конструкции подземных сооружений и горнотехнических зданий и сооружений, производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость. номенклатуру и классификацию крепей и обделок, используемых для обеспечения эксплуатационной надежности горных выработок	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знание основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости 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 основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: свободно оперирует приобретенными знаниями. Свободно называет конструктивные особенности подземных сооружений; методы расчета конструкций подземных сооружений по двум группам предельных состояний; способы воздействия на породный массив, обеспечивающие повышение его устойчивости

уметь: использовать систему нормативных документов на проектирование конструкций крепей и обделок для объектов подземного строительства различного функционального назначения;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород. 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: выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполняет расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород. 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: профессиональной терминологией; навыками работы на ЭВМ	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками расчета параметров крепей с помощью ЭВМ	Обучающийся владеет методами и методиками расчета параметров крепей с помощью ЭВМ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки,	Обучающийся владеет методами и методиками расчета параметров крепей с помощью ЭВМ, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности,	Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками расчета параметров крепей с помощью ЭВМ , свободно применяет полученные навыки в ситуациях

		проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	повышенной сложности.
ПК-1 - владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов				
знать: способы проектирования формы, размеров поперечного сечения горных выработок и подземных сооружений различного функционального назначения, способность и готовность выбирать способы и средства обеспечения нормального эксплуатационного состояния подземных сооружений;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: классификации горных пород, понятия напряженно-деформированного состояния горных пород , способов определения нагрузок на подземные сооружения, номенклатуру и классификацию крепей и обделок	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: критериев, факторов и показателей: классификации горных пород, понятия напряженно-деформированного состояния горных пород , способов определения нагрузок на подземные сооружения	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: критериев, факторов и показателей конкурентоспособности организации; механизмов изыскания и обеспечения конкурентных преимуществ организации, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: классификации горных пород, понятия напряженно-деформированного состояния горных пород , способов определения нагрузок на подземные сооружения, номенклатуру и классификацию крепей и обделки обеспечения конкурентных преимуществ организации , свободно оперирует приобретенными знаниями.

		, номенклатуру и классификацию крепей и обделок		
уметь: использовать в систему нормативных документов на проектирование конструкций крепей и обделок для объектов подземного строительства различного функционального назначения; использовать методы предварительной оценки экономической целесообразности использования различных способов обеспечения устойчивости горных выработок;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять расчетные нагрузки на конструкции подземных сооружений в зависимости от горно-геологических условий, анализировать нормативные документы, регламентирующие проектирование и расчет крепей подземных сооружений.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие при анализе нормативные документы, регламентирующие проектирование и расчет крепей подземных сооружений Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при определении	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений при определении расчетных нагрузок на подземное сооружение при расчете простейших задач сооружений в зависимости от горно-геологических условий, анализировать нормативные документы, регламентирующие проектирование и расчет крепей подземных сооружений.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний и умений . Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

		расчетных нагрузок на подземное сооружение при расчете простейших задач.		
владеть: методами расчета конструкций подземных сооружений	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами расчета конструкций подземных сооружений	Обучающийся владеет методами методами расчета конструкций подземных сооружений в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами методами расчета конструкций подземных сооружений методикой анализа горнотехнических условий строительства подзе мных сооружений,	Обучающийся в полном объеме владеет методами методами расчета конструкций подземных сооружений , обладает твердыми знаниями деформационных и упругих характеристик пород, их влиянием на устойчивость, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. Знает нормативные документы, регламентирующие проектирование и расчеты крепей и обделок;

ПСК-5,2 - готовностью 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 горно-технических зданий и сооружений на поверхности				
Знать Свойства материалов для инженерных конструкций подземных и горнотехнических зданий и сооружений в зависимости от конкретных их эксплуатации. управлять свойствами материалов в процессе их приготовления; контролировании качества производимых материалов и изделий с целью доведения их до уровня требований, предъявляемых соответствующими ГОСТами	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости, нормативной базы проектирования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знание основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемости, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: свободно оперирует приобретенными знаниями. Свободно называет конструктивные особенности подземных сооружений; методы расчета конструкций подземных сооружений по двум группам предельных состояний; способы воздействия на породный массив, обеспечивающие повышение его устойчивости

		знаниями при их переносе на новые ситуации.		
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	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие и неспособность к выбору материалов для инженерных конструкций подземных и горнотехническ их зданий и сооружений в зависимости от конкретных их эксплуатации. В знаниях по управлению свойствами материалов в процессе их приготовления; незнание основ контролировани и качества производимых материалов неспособность и неготовность выбирать способы и средства обеспечения нормального эксплуатационн ого состояния подземных сооружений;	Обучающи йся демонстрир ует некоторые обрывочны е знания из области свойств горных пород, способов выбора материалов крепи инженерны х сооружени й, но не имеет понятия о расчете нагрузок на конструкци и.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний функционального назначения конструкций подземных сооружений, имеет представления о расчетных нагрузках и материалах крепей.	Обучающийся в полном объеме владеет методами методами расчета конструкций подземных сооружений , обладает твердыми знаниями деформационных и упругих характеристик пород, их влиянием на устойчивость, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности

Владеть методами проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами; метрологическими правилами, нормами, нормативно-техническими документами по стандартизации и управлению качеством строительства.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками расчета параметров крепей, не имеет представления о правовых и нормативных документах, не имеет представления об управлении качеством строительства	Обучающийся демонстрирует некоторые обрывочные знания об способах и закономерностях управления качеством строительства, нормативных документах	Обучающийся демонстрирует частичное знание в области управления качеством, некоторые знания о нормативных документах и методах проектирования.	Обучающийся в полном объеме владеет методами расчета конструкций подземных сооружений , обладает твердыми знаниями деформационных и упругих характеристик пород, их влиянием на устойчивость

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 ОПК-9,ПК-1, ПСК-5.2)

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

3.2. Текущий контроль (выполнение контрольной работы)
(формирование компетенций ОПК-9,ПК-1, ПСК-5.2)

Примерные вопросы/ задания для контрольной работы для контрольной точки №1:

вариант 1

Деформационные свойства горных пород

Геомеханика (определения, основные разделы).

вариант 2

Прочностные свойства горных пород

Начальное напряженное состояние.

вариант 3

Реологические свойства горных пород

Коэффициент структурного ослабления

вариант 4

Теория прочности Мора, паспорт объемной прочности

Методы исследования в геомеханике

вариант 5

Структурно-механические особенности массива

Понятие о длительной прочности

вариант 6

Понятие о полной диаграмме «напряжение-деформация»

Неоднородность и анизотропия горных пород

Примерные вопросы/ задания для контрольной работы для контрольной точки №2:

вариант 1

Начальное напряженное состояние массива горных пород.

Понятия: «горное давление» и «нагрузка на крепь»

вариант 2

Учение о механических процессах в массиве горных пород

вариант 3

Распределение напряжений и смещений вокруг горных выработок

вариант 4

Геомеханические модели массива горных пород

вариант 5

Формирование нагрузки на крепь горных
выработок в условиях сводообразования
вариант 6
Формирование нагрузки на крепь горных выработок в условиях взаимовляющей деформации системы «крепь-массив»

3.3 Текущий контроль (расчётно-графическая работа)
(формирование компетенций ОПК-9,ПК-1, ПСК-5.2)
Задание № 1. Примерная тематика самостоятельной графической работы по разделу «Инженерные конструкции подземных сооружений»
Конструкции анкерных крепей
Конструкции сборных обделок транспортных тоннелей
Конструкции отдельных узлов металлических крепей горных выработок
Конструкции монолитных обделок станций метрополитена
Конструкции монолитных обделок перегонных тоннелей метрополитена
Конструкции железобетонных обделок для перегонных тоннелей метрополитена
Конструкции металлических крепей стволов
Конструкции сборных обделок из чугунных тюбингов для тоннелей метрополитена
Конструкции крепей из искусственно-упрочненных пород
Конструкции обжимаемых в породу обделок
Конструкции податливых крепей горных выработок
Конструкции обделок метрополитенов, сооружаемых закрытым способом
Конструкции комбинированных крепей горизонтальных горных выработок
Конструкции смешанных крепей горных выработок
Конструкции обделок машинных залов подземных ГЭС
Конструкции сборных сплошных крепей стволов
Конструкции монолитных обделок транспортных тоннелей
Конструкции обделок напорных гидротехнических тоннелей

3.5. Текущий контроль (тестирование)
(формирование компетенций ОПК-9,ПК-1, ПСК-5.2)

Примерные вопросы к тестированию для контрольной точки №4:

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.

3.5.1. 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.

3.5.2. 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

3.5.3. 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

3.5..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

3.5..5. Нагрузка от наземного транспорта на поверхности относится к:

а) постоянной

б) особой

в) временной длительной

г) кратковременной

д) строительной

3.5..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

3.6. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)
(формирование компетенций ОПК-9,ПК-1, ПСК-5.2)

3.6.1. Примерные экзаменационные вопросы

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

19. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки транспортных тоннелей.
20. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки гидротехнических тоннелей.
21. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки подземных сооружений метрополитенов.
22. Нормативные положения по определению нагрузок на подземные сооружения от временного транспорта на поверхности.
23. Конструкции анкерных крепей.
24. Конструкции обделок транспортных тоннелей.
25. Конструкции обделок тоннелей метрополитенов.
26. Конструкции обделок станций метрополитена.
27. Конструкции обделок гидротехнических тоннелей.
28. Конструкции крепей вертикальных стволов.
29. Общие положения по определению внутренних усилий в сечениях вертикальной крепи котлованов.
30. Конструкции и расчет арочных двухшарнирных крепей при симметричной нагрузке.
31. Основные положения по расчету двухшарнирных арочных обделок кругового очертания.
32. Методика определения внутренних усилий в сборно-монолитных обделках.
33. Основные положения по определению внутренних усилий в стеновых панелях сборно-монолитной обделки.
34. Типы монтажных схем сборных кольцевых обделок.
35. Основные положения по расчету сборных кольцевых обделок как системы брусьев на упругом основании.
36. Особенности расчета обжимаемых в породу обделок.

37. Основные положения по расчету напорных гидротехнических тоннелей.

3.6.2. Тематика типовых задач дисциплины, выносимых на экзамен

1. *Определить предельную глубину устойчивого состояния контура тоннеля.*
2. *Построить графики распределения напряжений и смещений вокруг тоннеля.*
3. *Будет ли устойчив породный контур выработки круглого сечения на заданной глубине?*
4. *Построить графики объемной прочности пород для идеально сыпучих, скальных и связанных пород. Записать уравнения предельного состояния.*
5. *Определить значение тангенциального напряжения на заданном расстоянии от центра выработки.*

6.Охарактеризовать механическое состояние породного массива, напряженно-деформированное состояние которого описывается заданным паспортом прочности

3.6.3. Пример экзаменационного билета

Экзаменационный билет № 1.

Содержание дисциплины "Геомеханика". Задачи горной науки, решаемые геомеханикой и методы их решения.

2. Построение паспортов прочности для различных типов пород: связанных, сыпучих, пластичных..

3. Конструкции анкерных крепей

4.Задача. Определить значение тангенциального напряжения на заданном расстоянии от центра выработки.

Примеры задач.

Определить предельную глубину устойчивого состояния контура тоннеля. Построить графики распределения напряжений и смещений вокруг тоннеля. Будет ли устойчив породный контур выработки круглого сечения на заданной глубине? Построить графики объемной прочности пород для идеально сыпучих, скальных и связанных пород. Записать уравнения предельного состояния. Определить значение тангенциального напряжения на заданном расстоянии от центра выработки. Охарактеризовать механическое состояние породного массива, напряженно-деформированное состояние которого описывается заданным паспортом прочности.

3.6.4. Примерная тематика курсовой работы

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
«Геомеханика»

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*

3.7. Примерная тематика реферата

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