Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 15:13:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.9 Механика подземных сооружений

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Специализация
Шахтное и подземное строительство

Квалификация
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
Заочная

Москва 2025

Разработчик:

Доцент  /А.В. Кузина /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», к.т.н., доцент  / И.С. Пуляев /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине…….4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……..5
3. Структура и содержание дисциплины……..5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость……..6
3.2 Тематический план изучения дисциплины……...6
3.3 Содержание дисциплины……7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий…….8
3.5 Тематика курсовых проектор (курсовых работ)……...8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение…….8
4.1 Основная литература……8
5. Материально-техническое обеспечение……9
6. Методические рекомендации……10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения…….…….11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины…….11
7. Фонд оценочных средств……...……11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения……...……11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения……...……..12
7.3 Оценочные средства……...……..13

1 Цель освоения дисциплины

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.

2 Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина Механика подземных сооружений является дисциплиной специализаций Б1.2.9

Перечень разделов дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения механики подземных сооружений:

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.

Удовлетворительное усвоение программ по указанным выше разделам информатики, геологии, механики, материаловедения и геомеханики. Владение персональным компьютером на уровне уверенного пользователя.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Механика подземных сооружений»

Код	В результате освоения	

компетенции	образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания 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 объектов	**ИОПК-6.1. Умеет анализировать информацию по геологическим и технологическим процессам при строительстве подземных сооружений** **ИОПК-6.2.Умеет проводить регламентированные методиками исследования технологических процессов при добыче и переработке твердых полезных ископаемых** **ИОПК-6.3 Умеет оценивать устойчивость незакрепленных горных выработок и подземных сооружений с учетом технологии выемки породы и выбирать при помощи анализа состояния массива способы и средства обеспечения нормального состояния подземных сооружений при минимальных капитальных и трудовых затратах**
ОПК-9	ОПК-9. Способен осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	**ИОПК-9.1.Разрабатывает и утверждает нормативные документы, регламентирующие порядок выполнения горных, взрывных работ, а также работ, связанных с переработкой и обогащением твердых полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией подземных сооружений, эксплуатацией оборудования, обеспечивать выполнение требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов;** **ИОПК-9.2 Может осуществлять техническое руководства горными и взрывными работами, а также работами по обеспечению функционирования оборудования и технических систем горного производства;** **ИОПК-9.3 Умеет разрабатывать, согласовывать и утверждать нормативные документы, регламентирующие порядок выполнения горных, взрывных работ, а также работ, связанных с переработкой и обогащением твердых полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией подземных сооружений, эксплуатацией оборудования, обеспечивать выполнение требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов;**

		основных нормативных документов

- .

3 Структура и содержание дисциплины «Механика подземных сооружений»

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных единиц, **180** часов 5 зе в 9 семестре, экзамен

Структура и содержание дисциплины приведено ниже в таблице.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			9 семестр	10семестр
1	**Аудиторные занятия**	**90**	**90**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	54	54	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**90**	**90**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита графических работ		40	-
2.2	Самостоятельное изучение		40	
3	**Промежуточная аттестация**		10	
	экзамен		экзамен	

3.2 Тематический план изучения дисциплины «Механика подземных сооружений»

№ п/п	Дидактические единицы (в составе разделов) дисциплины для дисциплин федерального компонента (для дисциплин федерального компонента ГОС ВПО составляется строго на основании п. 4. «ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..» соответствующего ГОС ВПО; в остальных случаях на усмотрение автора программы)	Трудоемкость видов учебной работы*) обучающихся, включая самостоятельную работу (в часах)									
		Аудиторная						Внеаудиторная			
		Лк	Кс	С/Пр	Лб	Кр	Кол	Ср	НР	КП	КР
1	Взаимодействие массивов горных пород с подземными сооружениями, устойчивость породных обнажений	**6**		**10**		3					**3**
2	Взаимодействие в системе «крепь-массив»; формирование нагрузки на конструкции подземных сооружений; конструкции крепей горных выработок и обделок подземных сооружений различного назначения	**6**		**10**		3					**3**
3	Расчет крепей и обделок; основные положения методов и методик расчета.	**10**	**1**	**10**		4				**2**	**2**
4	Нормативные положения по проектированию и расчету конструкций подземных сооружений	**6**	**14**	**6**		4			2		**2**
5	Особенности расчета искусственных породных конструкций, выбор оптимальных параметров конструкций крепей и обделок	**6**	**4**	**6**		5			2		**4**
Всего (в семестре):		36		54		1		2	2		

* Самостоятельное изучение отдельных тем, подготовка к занятиям, подготовка к контролю знаний, работа в библиотеке/ Интернете, в компьютерных классах

4.Содержание дисциплины

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

.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 сеченбий 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.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.
Лабораторный практикум по дисциплине не предусмотрен

3.4 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.

3.5 Примерная тематика курсовой работы не предусмотрен

Основными темами письменной 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 письменной 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 *H=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*_____

3.6. 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.

3.7. Примеры тестовых вопросов

Целью тестов 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.

6.4.1. 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.

6.4.2. 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

6.4.3. 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

6.4.4. 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

6.4.5. Нагрузка от наземного транспорта на поверхности относится к:

а) постоянной

б) особой

в) временной длительной

г) кратковременной

д) строительной

6.4.6. 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.

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

4.1 Основная литература

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

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

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

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

4.2 Дополнительная литература

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

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

4.2.7. 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.

4.2.8. 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.

4.3 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».*

4.4 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»).

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Механика подземных сооружений»

Кафедра "Техника и технология горного и нефтегазового производства» имеет следующие аудитории для проведения занятий по дисциплине:

5.1. (*Ауд.Ав 2304*) Лекционные аудитории с возможностью проведения занятий с применением мультимедийного оборудования.

5.2. (*АВ 2305*) Дисплейные классы (по 12 компьютеров, объединенных в локальную сеть) для выполнения курсовых работ, практических занятий и рефератов с применением программных комплексов по расчету подземных конструкций *(“Obdelka”* и *“Arka”)* и оформлению работ *(“AutoCAD*

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Горные машины и оборудование» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, практическим работам, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к практическим работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. lms.mospolytech).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1. Методические рекомендации для преподавателя
по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», "хорошо", "удовлетворительно" или «неудовлетворительно».

Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине.

Если не выполнены необходимые условия, студенты получают «неудовлетворительно».

Шкала оценивания для зачета / экзамена:

Шкала оценивания Описание

Отлично Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Хорошо Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.

Удовлетворительно Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.

Неудовлетворительно Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: контрольная работа, тесты.

7..3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 5 и 6 семестрах обучения в форме зачета и экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (зачет/экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все практические, лабораторные и контрольные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

7.3.3. 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. 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

7.4 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.