Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.04.2026 12:46:18
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

Б1.2.3 Шахтное и подземное строительство

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Специализация
Шахтное и подземное строительство

Квалификация
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
Заочная

Москва 2025

Разработчик(и):

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 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
3.3. Содержание дисциплины 5
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 9
4.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 13
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 14
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7. Фонд оценочных средств 15
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3. Оценочные средства 16

1. Цели освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Шахтное и подземное строительство» следует отнести приобретение студентами знаний и умений, необходимых для самостоятельного творческого решения задач, которые связаны с проектированием и практической реализацией технологических процессов строительства шахт и подземных сооружений самого различного назначения, за счет чтения лекций, проведения лабораторных и практических занятий, изучения новой научной литературы, изучения производственного опыта и личного участия студентов в решении технических задач.

. **К основным задачам** освоения дисциплины «Шахтное и подземное строительство» следует отнести:

- выработка умений проводить расчеты технологических параметров операций проходческого цикла;
- изучение разновидности горно-строительной техники;
- выработка навыков выбора способы подготовки массива горных пород к проведению строительных работ.

2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета

Учебная дисциплина «Шахтное и подземное строительство» относится к дисциплинам части, формируемой участниками процесса и взаимосвязана логически и содержательно и методически со следующими дисциплинами:

Экономика и менеджмент горного производства: (Экономика и менеджмент в шахтном строительстве, Классификация издержек производства).

Горное право (Правовой режим пользования природными ресурсами).

Математика: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, интегральные преобразования Фурье и Лапласа.

Физика: механика (вращательное движение), электричество и магнетизм.

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).

Химия (Химическое строение и свойства соединений, растворов, дисперсных систем).

Горнопромышленная экология (воздействие горного производства на биосферу, охрана атмосферы, охрана водных ресурсов, охрана земельных ресурсов и недр).

Геология (Геология и разведка месторождений полезных ископаемых).

Физика горных пород (Классификация физико-технических свойств горных пород, поведение горных пород при воздействии механических нагрузок, тепловых и электромагнитных полей, природа и закономерности направленного изменения состояния и свойств горных пород и грунтов).

Механика (Теоретическая механика, прикладная механика, сопротивление материалов).

Материаловедение (Минеральные неорганические вяжущие вещества и материалы на их основе, классификация бетонов, Полимерные материалы).

Строительная геотехнология (Основные сведения об объектах освоения месторождений полезных ископаемых, открытая геотехнология, строительная геотехнология).

Геомеханика (Механические свойства горных пород и грунтов,устойчивость горных выработок, закономерности формирования нагрузок на крепь подземных сооружений).

Горные машины и оборудование (Сведения о машинах и оборудовании горностроительных работ, структурные схемы машин и оборудования для горностроительных работ, проходческое оборудование и комплексы).

Основы освоения подземного пространства (Мировой опытосвоения подземного пространства, становление и развитие «Строительной геотехнологии» в России.
Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин «Экономика подземного строительства», «Ремонт и реконструкция подземных сооружений», Механизация и электрофикациягорностроительных работ», а также для проведения производственных практик (1,2 и преддипломной).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных 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-8	Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения и моделирования горных и геологических объектов.	**знать:** - методологию проектирования объектов, состав и содержание проектной документации, методы инженерного проектирования **уметь:** - рассчитывать общие показатели трудности осуществления основных производственных процессов; **владеть:** - профессиональной терминологией.
ОПК-21	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**знать:** - основные процессы и производственные операции, методы и способы ведения горно-строительных работ в обычных и сложных горно-геологических условиях; **уметь:** - проектировать форму и размеры сечения выработок, технологию горно-строительных работ. **владеть:** - профессиональной терминологией, основными нормативными документами.

ПК3	Осуществление авторского надзора за соблюдением утвержденных проектных решений при строительстве, эксплуатации, санации (ликвидации) подземных инженерных коммуникаций с применением бестраншейных технологий	**знать:** - способы защиты окружающей среды от вредного воздействия горных работ; **уметь:** - проектировать форму и размеры сечения выработок, технологию горно-строительных работ, отдельные части горных предприятий и подземных сооружений специального назначения, разрабатывать рабочую документацию. **владеть:** - метрологическими правилами и стандартами по управлению качеством строительства.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, т.е. 288 академических часов (из них 240 часов – самостоятельная работа студентов).
Разделы дисциплины «Шахтное и подземное строительство» изучаются в 7 и 8 семестрах на 4 курсе.
Структура и содержание дисциплины «Шахтное и подземное строительство» по разделам и видам занятий представлены в приложении 1.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			7	8
1	**Аудиторные занятия**	**48**	**24**	**24**
	В том числе:			
1.1	Лекции	28	14	14
1.2	Семинарские/практические занятия	20	10	10
1.3	Лабораторные занятия	-		-
2	**Самостоятельная работа**	**240**	**120**	**120**
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита курсового проекта	120		120
2.2	Самостоятельное изучение	120	120	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	КР, экзамен
	Итого	288	144	144

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1.Раздел 1. Строительство вертикальных выработок. Горнопроходческие работы при строительстве вертикальных выработок. Буровзрывная технология строительства стволов. Строительство стволов стволопроходческими комбайнами и комплексами	58	4	6			48
2	Раздел 2 Строительство горизонтальных и наклонных выработок. Буровзрывная технология строительства. Горно-проходческие работы при проведении горизонтальных выработок комбайнами и тоннелепроходческими машинами. Строительство тоннелей с применением проходческих щитов и гнб. Горно-проходческие работы при проведении наклонных выработок Тема 3.Строительство выработок большого поперечного сечения.	58	6	4			48
3	Специальные способы строительства подземных сооружений. Специальные способы строительства: С применением ограждающих крепей; Водопонижения; Искусственного замораживания горных пород; Тампонирования. Проведение выработок в сложных геомеханических условиях. Строительство подземных хранилищ.	58	4	6			48
4	Тема 4 Проектирование ,организация и производство работ при	56	6	2			48

	строительстве подземных сооружений. Экономическая оценка технологии подземного строительства.						
5	Тема5 Горноспасательная служба в горной промышленности	58	8	2			48
	Итого	**288**	**28**	**20**			**240**

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Раздел 1. Строительство вертикальных выработок

1.1. Горнопроходческие работы при строительстве вертикальных стволов.

Общие сведения. Формы и размеры поперечного сечения стволов. Глубина стволов. Подготовительный период строительства. Строительная площадка. Оснащение проходческих работ на поверхности, Временные здания и сооружения. Строительство устья ствола и технологического отхода. Строительство стволов городских коллекторных тоннелей и метрополитена.

Технологические схемы строительства стволов.

Технология выемки породы. Буровзрывные работы. Выбор взрывчатого вещества (ВВ) и средств взрывания (СВ). Определение расхода ВВ. Конструкция заряда и диаметр шпуров. Определение количества и глубины шпуров. Схемы расположения шпуров в забое. Технология и механизация бурения шпуров. Заряжание шпуров и взрывание зарядов ВВ. Контурное взрывание. Составление паспорта БВР. Качественные показатели БВР. Проветривание ствола забоя. Схемы проветривания. Расчет количества воздуха, подаваемого в забой, и депрессии. Выбор оборудования для проветривания.

Технология и механизация погрузки породы. Применяемые механизмы погрузки и условия их выбора. Фазы погрузки породы. Погрузка породы с использованием передовой скважины. Расчет производительности погрузки.

Проходческий подъем при строительстве стволов. Общие сведения. Проходческие копры и подъемные машины. Прицепные устройства, направляющие рамки и канаты. Проходческие бадьи. Расчет производительности проходческого цикла.

Транспортирование породы на поверхности.

Водоотлив при строительстве стволов. Водоотлив бадьями. Водоотлив насосами. Методы расчета водоотлива. Водоулавливание.

Технология возведения постоянной крепи. Общие сведения. Возведение монолитной бетонной крепи. Типы и конструкции опалубок. Подача бетона к месту укладки. Оборудование для спуска бетонной смеси по стволу. Гасители скорости при спуске бетона и их расположение.

Возведение набрызг-бетонной крепи. Применяемое оборудование и организация работ.

Возведение тюбинговой крепи. Применяемое оборудование и производство работ. Тампонаж затюбингового пространства.

Вспомогательное технологическое оборудование и меры безопасности при выполнении основных горнопроходческих операций. Связь и сигнализация при строительстве стволов. Освещение призабойной зоны. Маркшейдерское обслуживание.

Комплексы оборудования для строительства стволов.

Строительство вертикальных стволов, скважин большого диаметра и восстающих выработок способом бурения. Область применения. Технико-экономические показатели и перспективы развития этого способа (20 часов)

1.2. Рассечка сопряжения ствола с околоствольным двором и камерами загрузочных устройств.

Общие сведения. Технологические схемы рассечки сопряжения. Выбор схемы рассечки в зависимости от горно-геологических условий. Производство, механизация и организация работ.
Сооружение камер загрузочных устройств и бункеров, сопрягающихся со стволом. Выбор технологической схемы и организация работ (4 часа).

1.3. Армирование ствола

Общие сведения. Типы и конструкции армировки и условия их применения.
Подготовительный период армирования.
Технологические схемы и условия их применения. Механизация и организация работ (4 часа).

1.4. Строительство стволов большого поперечного сечения

Общие сведения. Область применения. Особенности строительства. Размеры поперечного сечения, глубина стволов.
Технологические схемы строительства. Механизация и организация работ.
Организация работ и технико-экономические показатели при строительстве стволов.
Расчет параметров организации работ. Составление графика цикличности работ.
Показатели горнопроходческих работ и их анализ. Основные направления совершенствования технико-экономических показателей (6 часов).

Раздел 2. Строительство горизонтальных и наклонных выработок и тоннелей.
Основные типы горизонтальных и наклонных горных выработок, применяемых в шахтном и подземном строительстве. Понятие о технологии строительства горных выработок. Буровзрывная технология, комбайновая, щитовая. Технология, использующая специальные способы строительства. Горно-геологические условия применения различных технологий и их специфические особенности. Основные этапы развития и совершенствования подземного строительства.

2.1. Технология строительства горизонтальных горных выработок буровзрывным способом.

Строительство горных выработок. Производство буровзрывных работ при проведении горных выработок. Требования к производству БВР. Выбор ВВ и СВ, диаметра шпуров и конструкции заряда. Методика расчета параметров БВР. Понятие о контурном взрывании. Паспорт буровзрывных работ, его назначение, содержание и структура. Методика составления паспорта БВР.
Бурение и заряжание шпуров. Обзор применяемых средств механизации бурения. Заряжание шпуров. Требования к ВВ. Средства механизации заряжания. Основные правила ТБ и охрана труда при заряжании шпуров.
Проветривание забоя. Схемы проветривания. Оборудование для проветривания. Допуск проходчиков в забой после производства БВР и проветривания. Контроль атмосферы в выработке, осмотр забоя и приведение его в безопасное состояние.
Погрузка и транспорт породы. Средства механизации погрузки породы. Транспортное оборудование. Взаимосвязь и функционирование погрузочного и транспортного оборудования. Эксплуатационная производительность погрузочных механизмов, влияющие факторы, пути повышения эксплуатационной производительности.
Проходческие комплексы. Вспомогательные работы настилка рельсового пути, монтаж элементов монорельсового транспорта.

Возведение временной и постоянной крепи. Функциональные отличия временной и постоянной крепи. Выдвижные конструкции. Условия выбора конструкций временной крепи.
Возведение монолитной бетонной крепи. Состав бетона для трубопроводного транспорта бетонной массы. Технологическая характеристика применяемого оборудования: опалубки, бетононагнетатели, бетононасосы, трубопроводы. Условия их выбора. Применяемые схемы производства работ и их анализ.
Возведение набрызг-бетонной крепи. Состав набрызг-бетона. Технологические свойства: схватываемость и смешиваемость, их регулирование. Применяемые добавки. Способы нанесения набрызг-бетона. Технологическая характеристика применяемого оборудования. Производство работ при сухом и мокром способе нанесения набрызг-бетона.
Возведение анкерной крепи. Применяемые конструкции и условия их применения. Производство работ по установке анкеров. Средства механизации возведения анкерной крепи.
Возведение рамных конструкций крепи. Производство работ при возведении деревянной крепи. Механизация возведения металлических и железобетонных конструкций. Упрочнение вмещающих пород при возведении постоянной крепи.
Организация работ. Циклическая организация горно-проходческих работ. Циклограмма и методика ее составления. Применение вычислительной техники при проектировании организации работ.
Основные технико-экономические показатели и их анализ. Пути совершенствования технико-экономических показателей.

2.2. Строительство тоннелей буровзрывным способом.

Краткий обзор этапов развития тоннелестроения. Понятие о «горных способах строительства тоннелей. Классические способы строительства тоннелей. Способ раскрытия на полный профиль, опертого свода, опорного ядра. Их трансформация применительно к решению задач современного тоннелестроения и в, частности, с условиях крепких скальных пород.
Способ сплошного забоя при строительстве тоннелей. Горно-геологические условия применения способа.
Производство буровзрывных работ при способе сплошного забоя. Аналогии и отличия от горной выработки ограниченного сечения. Особенности расчета параметров БВР. Разметка шпуров. Приемы работ и используемое оборудование. Механизация бурения шпуров. Буровые рамы и бурильные установки. Рациональные области их применения. Механизированное заряжание шпуров. Приемы работ используемое зарядное оборудование. Подъемные устройства для перемещения взрывников по забою. Проветривание забоя. Особенности проветривания тоннелей. Применяемые схемы и оборудование.
Приведение забоя в безопасное состояние. Приемы работ, конструкции гидроподъемников. Требования техники безопасности.
Погрузка и транспорт породы. Особенности применяемых механизмов. Подземные экскаваторы и погрузочные машины. Условия их выбора и область применения. Транспорт породы. Самосвальный и рельсовый транспорт. Устройства для разворота самосвалов, обменные устройства для рельсового транспорта. Методика расчета производительности погрузки в увязках с применяемым видом транспорта.
Возведение обделки тоннелей. Особенности возведения монолитно-бетонной обделки. Применяемое оборудование. Конструктивные особенности опалубок в зависимости от размеров сечения тоннелей. Очередность бетонирования по сечению. Производство работ по возведению обделки. График работ и технико-экономические показатели.

Особенности возведения набрызг-бетонной и анкерной крепи в тоннелях большого сечения, применяемое поддерживающее и подъемное оборудование.
Уступный способ строительства тоннелей. Горно-геологические условия применения способа. Способы верхнего, нижнего уступа и многоступенчатый (новоавстрийский способ, НАТМ).
Способ верхнего уступа. Последовательность разработки сечения. Производство работ по бурению шпуров, заряжанию, взрыванию и погрузке породы. Достоинства, недостатки и условия применения способа.
Способ нижнего уступа. Последовательность разработки сечения. Проходческие работы в верхнем уступе, аналогии со способом сплошного забоя. Возможные конструкции временной крепи. Возведение монолитно-бетонной крепи свода с опиранием на выносные пяты. Взаимное расположение верхнего и нижнего уступов. Производство буровзрывных работ в нижнем уступе. Расположение скважин в нижнем уступе, методика расчета параметров БВР для нижнего уступа. Способ предварительного откола в нижнем уступе.
Способ ступенчатого забоя (новоавстрийский метод, НАТМ). Основные принципы способа. Разбивка площади забоя на отдельные элементы. Взаимосвязь размера площади сечения отдельного элемента с величиной и интенсивностью горного давления. Универсальность способа с точки зрения горно-геологических условий. Последовательность разработки забоя по сечению тоннеля и по длине. Влияющие факторы. Варианты механизации разработки элементов сечения. Применяемые конструкции временной крепи, варианты ее последовательного усиления.
Геомеханический контроль при ведении проходческих работ. Сущность контроля и применяемая аппаратура. Измеряемые параметры. Отражение данных контроля в процессе производства работ.
Способ контурной прорези. Горно-геологические условия применения способа и параметры возводимых объектов, значительная площадь сечения и большие величины пролетов. Последовательность разработки забоя. Производство работ и применяемая механизация при создании контурной прорези. Конструкция временной крепи. Механизация возведения обделки. Последовательность разработки ядра и применяемая механизация.
Способ строительства тоннелей с пилот-штольней. Основные технологические и эксплуатационные преимущества, создаваемые пилот0штольней. Варианты расположения штольни относительно сечения тоннеля. Общие соображения по производству работ и применяемой механизации. Горно-геологические условия применения способа.
Организация работ Технико-экономические показатели при строительстве тоннеля. Организация проходческих работ по графикам цикличности. Циклограмма и методика ее составления. Применение ЭВМ при проектировании проходческих работ. Определение технической скорости проходческих работ в тоннелях для способа сплошного и уступного забоя.
Общие сведения по проектированию строительства тоннеля в целом. Темпы и сроки строительства. Выбор числа забоев. Календарный план строительства. Линейные и сетевые графики.

2.3. Строительство наклонных выработок и тоннелей буровзрывным способом.

Технологические схемы проведения наклонных выработок: схемы сверху-снизу и снизу-сверху. Производство работ, механизация, организация работ при различных схемах и углах наклона выработки. Вентиляция и водоотлив при проведении наклонных выработок.
Специфические особенности проведения восстающих. Способы и схемы проведения восстающих. Паспорт БВР. Технология, механизация и организация работ при проведении восстающих буровзрывным способом.
Расчет графика цикличности. Анализ технико-экономических показателей.

Строительство наклонных тоннелей. Наклонные водоводы как элемент деривационного комплекса подземных ГЭС. Схемы строительства: сверху-снизу сплошным забоем, снизу-сверху передовым восстающим. Области применения.
Производство работ по выемке породы и возведению обделки при двух схемах строительства. Технико-экономические показатели.

2.4. Строительство горных выработок и тоннелей комбайнами и тоннеле-проходческими машинами.

Современные типы комбайнов и тоннелепроходческих машин. Условия и область их применения. Выбор типа комбайна или тоннелепроходческой машины в зависимости от крепости породы и параметров выработки.
Технология проведения выработок и тоннелей комбайнами избирательного действия и бурового типа. Расчет параметров проходческого цикла. Оптимизация параметров с использованием ЭВМ.
Анализ отечественного и зарубежного опыта применения комбайнового способа. Особенности строительства наклонных выработок и тоннелей проходческими комбайнами. Специфические особенности комбайновой технологии при строительстве наклонных выработок. Конструктивные особенности применяемых комбайнов.

2.5. Основные положения по проектированию технологических схем строительства горизонтальных и наклонных горных выработок.

Основные требования к технологическим схемам. Факторы, влияющие на выбор технологических схем. Расчет технологических параметров проходческого цикла. Выбор технологических схем для буровзрывного и комбайнового способов строительства.

2.6. Строительство тоннелей щитовым способом.

Специфика щитовой технологии и классификация щитов. Щиты полумеханизированные и механизированные, с открытой головной частью и щиты с гидропригрузом. Область применения. Щитовые комплексы.
Производство работ по выемке породы, возведению блочной обделки и закрепному тампонажу. Общие сведения о возведении монолитно-прессованной обделки.
График организации работ, технико-экономические показатели.
Микрощиты. Сущность микрощитовой технологии. Конструкции микрощитов, способы транспорта грунта. Оборудование станций продавливания. Способы и оборудование управления движением микрощита. Материал и конструкция труб и их стыков. Общая технология производства работ и технико-экономические показатели.

2.7. Строительство подземных сооружений способом продавливания.

Сущность способа. Технологические схемы продавливания. Продавливающие установки. Производство работ по продавливанию. Организация труда и техники безопасности. Технико-экономические показатели.

2.8. Строительство тоннелей открытым способом.

Котлованный способ. Крепление стен котлованов в устойчивых и малоустойчивых породах. Производство и механизация работ по выемке грунта и возведению конструкций подземного сооружения. Гидроизоляция подземных конструкций.

Траншейный способ строительства. Очередность работ. Механизация разработки траншей. Производство и механизация работ по выемке грунтового ядра и возведения подземных конструкций.
Строительство с применением передвижных крепей. Виды и конструктивные элементы передвижных крепей. Производство работ по выемке породы, передвижные крепи и возведение подземных конструкций.
Мероприятия по сохранению окружающих зданий и сооружений, подземных коммуникаций. Проблемы окружающей среды.
Сравнительный технико-экономический анализ применяемых способов.

2.9. Строительство тоннелей способом погружных секций.

Особенности строительства тоннелей для пересечения водных преград. Классификация способов, условия их применения.
Способ погружных секций. Конструкции погружных секций. Технология производства работ.
Опускные тоннели-кессоны. Конструкции кессонов. Технология производства работ.
Сравнительный технико-экономический анализ применяемых способов.

Раздел 3. Специальные способы строительства подземных сооружений.

Способы строительства в зависимости от свойств пересекаемых пород и их выбор. Область применения и перспективы специальных способов строительства подземных сооружений.

3.1. Строительство подземных сооружений с применением ограждающих крепей.
Общие принципы специальных способов строительства подземных сооружений с применением ограждающих крепей. Подразделения способов, их характеристика и условия применения.
Строительство подземных сооружений с помощью шпунтовых ограждений. Конфигурация шпунтовых ограждений, их характеристика. Средства забивки шпунтин. Основные положения при выборе шпунтового ограждения и средств забивки. Производство работ при забивке шпунтин, выемке породы и возведении постоянной крепи.
Строительство подземных сооружений опускным способом. Сущность способа и условия применения. Основные типы опускных сооружений и их назначение. Конструкции опускных сооружений и принципы их расчета. Схемы производства работ. Условия погружения опускной крепи.
Строительство подземных сооружений способом «стена в грунте». Сущность способа. Область применения. Свайная и траншейная схемы производства работ. Оборудование и его выбор. Глинистые растворы и их выбор. Производство работ и технико-экономические показатели.

3.2. Строительство подземных сооружений с применением водопонижения.
Сущность способа. Качественные изменения физических свойств осушенных пород. Условия применения способа.
Схемы водопонижения. Контурные схемы для вертикальных и протяженных горизонтальных сооружений. Площадочные схемы водопонижения. Обоснование и выбор схемы водопонижения.
Оборудование для водопонижения. Водопонижение с применением иглофильтровых, эжекторных и скважинных установок.

Производство работ по водопонижению Требования к монтажным работам. Бурение водопонизительных скважин и их оборудование.
Монтаж насосного оборудования. Обработка скважин с целью увеличения водоотдачи. Расчет водопонизительных установок. Основные принципы расчета параметров водопонижения. Расчет водопонижения при применении иглофильтровых и эжекторных установок. Расчетные схемы. Выбор расчетных параметров. Порядок расчета. Расчет водопонижения при применении водопонизительных скважин.

3.3. Строительство подземных сооружений с применением замораживания горных пород. Сущность способа. Основы теории механики мерзлых пород.
Производство работ по замораживанию горных пород. Принципы получения холода и работа замораживающей станции. Оборудование для замораживания горных пород. Комплексные передвижные агрегаты.
Бурение замораживающих скважин. Буровое оборудование и его выбор. Оборудование скважин замораживающими колонками. Контроль при монтаже замораживающих колонок. Рассольная сеть и ее прокладка. Методы контроля при замораживании горных пород.
Строительство вертикальных стволов с применением способа замораживания горных пород. Схемы замораживания, условия их применения. Производство строительных работ. Особенности работ при выемке породы и возведении постоянной крепи. Оттаивание замороженных пород. Контроль за процессом. Гидроизоляционные работы. Ликвидация замораживающих скважин.
Строительство горизонтальных и наклонных тоннелей с применением замораживания пород. Схемы замораживания, выбор и условия применения схем. Особенности работ при бурении наклонных и горизонтальных скважин, при выемке породы и возведении постоянной крепи. Гидроизоляционные работы. Оттаивание ледопородных ограждений и массивов. Ликвидация скважин.
Особые случаи замораживания горных пород. Замораживание фильтрующих горных пород. Замораживание высокотермальных подземных вод. Замораживаниеестественных рассолов. Совмещение процесса замораживания с водопонижением. Замораживание пород при хранении сжиженных газов. Перспектива развития способа. Применение при замораживании низкотемпературных установок, жидкого азота, непосредственного испарения хладагента.
Расчет процесса замораживания. Общие принципы расчета процесса замораживания. Расчет замораживания ледопородных ограждений по прочности и деформируемости. Теплотехнический расчет. Увязка прочностного и теплотехнического расчетов.

3.4. Строительство подземных сооружений с применением тампонирования горных пород.
Сущность способа. Цель и назначения тампонирования горных пород. Тампонажные растворы и требования к ним. Основные свойства раствора.
Тампонажное оборудование. Основные требования к оборудованию. Растворонагнетатели и их характеристика. Растворомешалки и их характеристика. Инъекторы и запорная аппаратура. Тампонажные комплексы. Выбор и условия применения тампонажного оборудования.
Производство работ при строительстве вертикальных стволов. Схемы тампонирования с поверхности и из забоя, их характеристика и условия применения.
Тампонирование горных пород с поверхности. Схемы расположения скважин и их количество. Буровое оборудование и производство буровых работ. Способы нагнетания тампонажных растворов в скважины. Режимы нагнетания и контроль за производством нагнетания. Общая организация работ. Контроль за качеством тампонажных работ.

Тампонирование горных пород из забоя. Тампонажные подушки, их формы и размеры. Расчет тампонажных подушек и предохранительных перемычек. Возведение подушек. Буровые комплексы и производство буровых работ. Режимы нагнетания растворов в скважины. Контроль за качеством работ. Особенности проходческих работ. Технико-экономические показатели.
Производство работ при строительстве горизонтальных сооружений. Схемы тампонирования горных пород с поверхности и из забоя. Характеристики схем и условия их применения. Особенности горнопроходческих работ.
Расчет процесса тампонирования горных пород. Общие принципы расчета. Расчетные схемы. Определение прочностных размеров и гидроизоляционных свойств ограждающих конструкций и массивов затампонированных горных пород. Определение состава тампонажных растворов и водоцементного отношения. Установление расхода, давления нагнетания, режима нагнетания. Расчет потребного количества материалов.

3.5. Строительство выработок в сложных горно-геологических условиях.

Сложные условия их определения и классификация.
Общая классификация сложных условий с точки зрения строительства и поддержания горных выработок. Сложные гидрогеологические, геомеханические, гео- и газодинамические, геотермические условия. Критерии оценки сложных условий.
Сложные гидрогеологические условия: неустойчивые, водонасыщенные породы, устойчивые трещиноватые породы со значительными водопритоками.
Сложные геомеханические условия: пучение почвы выработок, образование больших областей разрушения пород, зоны геологических нарушений.
Сложные гео- и газодинамические условия: удароопасные, выбросоопасные, газонасыщенные породы, слоевое скопление метана. Сложные геотермические условия: многолетнемерзлые, замороженные и высокотемпературные породы. Методы подготовки с способы воздействия на массив горных пород.
Строительство выработок в сложных гидрогеологических условиях.
Методы подготовки массива: временное, длительное изменение физико-механических свойств, создание временных, постоянных строительных конструкций.
Способы воздействия на массив: замораживание, кессон, водопонижение, тампонаж, шпунтовые ограждения, опускные сооружения.

3.6. Строительство выработок в сложных геомеханических условиях.
Строительство выработок в пучащих породах почвы горных выработок. Характеристика породных массивов, склонных к пучению. Прогнозирование пучения в горных выработках.

3.7. Строительство выработок в условиях образования сплошных областей разрушения.

Факторы, влияющие на формирование механического состояния породного массива и способы управления механическим состоянием породных массивов при строительстве капитальных горных выработок. Технико-экономические показатели способов управления механическим состоянием массива. Примеры практического использования способов управления состоянием массива при строительстве капитальных горных выработок. Технико-экономическая оценка различных способов строительства горных выработок в сложных условиях.
Методы подготовки массива: изменение напряженно-деформированного состояния массива, изменение механических свойств массива.
Способы воздействия на массив: разгрузка камуфлетным взрывом, скважинами, щелями, способ АРПУ, уплотнение пород взрывом, упрочняющий тампонаж. Организационно-

технические решения: подрывка пород почвы, устройство обратного свода, перекрепление выработок, замкнутые конструкции крепей, отставание постоянной крепи от забоя, использование технологической податливости крепи, комбайновый и буровзрывной способ проходки выработки.

3.8. сложные гео- и газодинамические условия.

Понятие о динамических проявлениях горного давления в горных выработках. Строительство выработок в удароопасных породах. Общие сведения о природе и механизме горных ударов. Классификация горных ударов. Прогнозирование удароопасности породных массивов. Особенности технологии сооружения горных выработок в удароопасных породных массивах. Требования ПБ.
Строительство выработок в породах, опасных по выбросам угля, породы и газа. Основные сведения о выбросах, их природе и характерных особенностях. Напряженно-деформированное состояние выбросоопасных породных массивов.
Прогноз выбросоопасности. Методы борьбы с выбросами угля и породы.
Методы подготовки массива: снижение напряженного состояния массива, уменьшение газоносности массива, изменение массива.
Способы воздействия на массив: низконапорное увлажнение пласта, гидровымывание опережающих полостей, дегазация призабойной части пласта, гидрорыхление угольного пласта, торпедирование призабойной части пласта, образование разгрузочных щелей (пазов), гидроотжим угольного пласта, физико-химическая обработка пласт.
Организационно-технические решения: оптимизация параметров проходческого цикла и паспорта БВР, опережающий забой, опережающие крепи, сотрясательное взрывание, каптаж, заградительные перемычки, пульсирующее проветривание, гидропылевзрывозащита.

3.9. Строительство выработок в сложных геотермических условиях.
Особенности проведения выработок в условиях высоких температур. Нормализация температурного режима в горных выработках. Строительство выработок в многолетнемерзлых породах. Ведение горно-проходческих работ в замороженных породах. Требования безопасности и промсанитарии при работе в условиях высоких и отрицательных температур.
Раздел 4. Проектирование и организация подземного строительства.
4.1.Организация проектирования.
Роль и особенности подземного строительства. Основные понятия и определения. Цикл инвестиционного проекта. Организация управления строительным комплексом. Заказчик. Подрядчик. Проектные организации и институты России. Системный подход в решении проектных задач.
4.2. Нормативное и информационное обеспечение проектирования и организации шахтного строительства.
Общие сведения о горном законодательстве. Основные требования закона «О недрах» к проектированию и строительству горных предприятий и подземных сооружений. Характеристика нормативной базы проектирования. Исходные данные для проектирования. Основные банки данных.

4.3. Основные виды проектных работ.
Стадии и этапы проектирования. Обоснование инвестиций в строительство и техническое оснащение горных предприятий. Бизнес-план. Задание на проектирование. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства горнодобывающих предприятий и подземных сооружений. Рабочая документация. Сметная документация. Типовые,

унифицированные и экспериментальные проекты и проектные решения. Особенности разработки проекта ликвидации (консервации) горнодобывающих предприятий.

4.4. Информационные технологии и системы автоматизированного проектирования и организации подземного строительства.
Формирование и функционирование природно-технической геосистемы «массив-технология» – подземное сооружение» (ПТГС). Основные составляющие системы. Взаимосвязь элементов ПТГС. Структурные модели устойчивости ПТГС. Направления развития методологии проектирования строительства подземных сооружений.
Основные виды классификации и принципы создания САПР. Логическая структура технических средств САПР и взаимодействие ее звеньев. Имитационное моделирование.

4.5. Оптимизация и принятие решений при проектировании строительства подземных сооружений.
Основные понятия. Критерии оптимальности. Метод вариантного проектирования. Графический метод. Метод классической математической оптимизации. Основы метода исследования операций. Методы математического программирования. Метод сетевых графиков. Экспериментальные методы. Примеры использования различных методов при проектировании подземных сооружений.

4.6. Выбор схемы строительства.

Выбор и обоснование общей схемы, порядка и последовательности строительства подземного сооружения. Вскрытие, подготовка и основные схемы строительства шахт и подземных сооружений. Определение числа строительных подходов. Обоснование параметров вскрывающих выработок.
4.7. Проектирование организации строительства.

Основные принципы организации строительства. Подготовительный и основной периоды. Сроки и скорости строительства. Методы определения продолжительности строительства подземных сооружений. Стройгенплан и ситуационный план. Определение ресурсов, потребных для строительства. Учет требований рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

4.8. Проектирование и организация работ подготовительного периода строительства.

Состав работ подготовительного периода. Очередность и продолжительность строительства объектов. Железные и автомобильные дороги. Временные здания и сооружения. Проектирование и организация работ нулевого цикла. Проектирование устья ствола и предпортальной выемки тоннеля. Состав ППР и ПОС подготовительного периода.

4.9. Проектирование и организация горнопроходческих работ.

Проектирование и организация строительства вертикальных выработок. Проектирование и организация строительства горизонтальных выработок. Проектирование и организация строительства подземных сооружений открытым способом. Организация горнопроходческого цикла. Мероприятия по охране труда и окружающей среды. Состав ППР и ПОС на горнопроходческие работы.

4.10. Проектирование и организация строительных работ.

Проектирование строительного потока. Проектирование и организация производства земляных работ. Принципы проектирования организации строительства зданий и сооружений на поверхности. ППР на строительство наземных зданий и сооружений.

4.11. Календарные и сетевые графики организации работ.

Проектирование календарного плана строительства. Сводный календарный график строительства. Графики производства горнопроходческих работ в наклонных линиях. Сетевые графики. Исходные положения. Расчет и построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация сетевого графика. Пример расчета сетевого графика по сооружению станции метро. Использование ЭВМ для расчетов составления и оптимизации сетевых графиков.

3.4.1 Лабораторный практикум
Лабораторной работы планом не предусмотрены

3.4.2 Тематика практических занятий (семинаров)
Тема занятия

1. Обоснование параметров технологии возведения устья ствола.
2. Расчет графика и производительности подъема породы при проходке ствола.
3. Расчет параметров водоотлива при проходке стволов.
4. Методика определения параметров и усилий передвижки щита при щитовой технологии.
5. Организация работ при щитовой технологии и методика построения графика цикличности.
6. Расчет производительности проходческого комбайна.
7. Расчет параметров буровзрывных работ и составление паспорта БВР для горизонтальной выработки или тоннеля.
8. Выбор конструкции и расчет ограждающих конструкций стен котлована при открытом способе строительства подземных сооружений.
9. Методика выбора технологических схем для проведения выработок буровзрывным и комбайновым способом.
10.Расчет параметров технологии замораживания грунтов.
11.Выбор технологии и расчет основных параметров водопонижения при строительстве тоннелей.

3.5. Курсовая работа по шахтному строительству

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

4.1.1. Шахтное и подземное строительство: Учеб.для вузов в 2 т./ Б.А.Картозия, М.Н.Шуплик и др.- М.: Изд-во Академии горных наук, 2003.
4.1.2. Насонов И.Д., Ресин В.И., Шуплик М.Н. Технология строительства подземных сооружений. В трех томах. Учебник для вузов. М.: Изд-во Академии горных наук, 2003.
4.1.3Попов В.Л. Проектирование строительства подземных сооружений. М.: Недра, 1992

4.2 Дополнительная литература

Проектирование и строительство околоствольных дворов шахт / Я.И.Тютюник, С.П.Коптилов, Ю.И.Свирский и др. М., Недра, 1983.
4.2.2 Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А. и др. Технология строительства вертикальных стволов. М., ОАО «Издательство Недра», 1997.

4.2.4 Смирнов В.И. Строительство подземныхгазонефтехранилищ. Учебное пособие. М., Изд-во Газойл пресс.,2000.

Гражданский кодекс РФ, ч.II. №14 – ФЗ от 26 января 1996 г.
Градостроительный кодекс РФ. №190 – ФЗ от 29 декабря 2004 г.
Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. №184 – ФЗ «О техническом регулировании».
Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. №384 – ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116 – ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
Постановление Правительства РФ №87 от 16 февраля 2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Кафедра «Техника и технология горного и нефтегазового производства», обеспечивающая преподавание дисциплины «Шахтное и подземное строительство», располагает аудиториями 2304 и лабораторией на 28 посадочных мест. Аудитории оснащены электронными проекторами.
Для организации образовательного процесса со студентами используется также материально-техническая база университета, обеспечивающая проведение всех видов лекционных, практических и лабораторных занятий. Преподаватели кафедры и студенты имеют возможность пользоваться компьютерными классами. Все компьютеры имеют выход в систему Интернет. Студенты и преподаватели имеют доступ к электронным образовательным ресурсам, размещенным в Интернете.

5 Образовательные технологии

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 По дисциплине предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

подготовка к практическим и лабораторным занятиям, самостоятельное изучение учебных тем, оформление отчетов по практическим работам, выполнение курсовых проектов (работ), подготовка рефератов, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа в компьютерных классах и библиотеке, поиск и аннотирование электронных ресурсов

6.2 Примерная тематика курсового проекта

1. Разработать проект проходки ствола в крепких породах.
2. Разработать проект проходки ствола в неустойчивых обводненных породах.
3. Разработать проект строительства тоннеля в крепких породах.
4. Разработать проект строительства тоннеля с применением проходческого щита.
5. Разработать проект строительства выработки большого поперечного сечения.
6. Разработать проект строительства подземного гаража.

Курсовая работа.

После изучения третьего раздела выполняется курсовая работа.
Основными темами курсовой работы являются:

1. Проектирование основных параметров технологии замораживания и выбор оборудования при проходке стволов в водоносных породах.
2. Выбор способа и определение параметров замораживания или водопонижения при строительстве подземного сооружения в водоносных породах.

Курсовой проект и курсовая работа выполняются в соответствии с отдельно издаваемыми методическими указаниями.

7 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

а. 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: зачет.
Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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 «зачтено» или «не зачтено». Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Особенности проектирования пространственных конструкций». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Особенности расчёта строительных конструкций».

Шкала оценивания для зачета:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. 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.

Шкала оценивания для 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.

7.1 Оценочные средства для текущей аттестации

Контрольные вопросы вопросы

1. Условия применения шпунтовых ограждений в подземном строительстве
2. Конструкции шпунтовых ограждений и технология производства работ
3. Сущность и условия применения способа стена в грунте
4. Способы возведения стены в грунте и их анализ
5. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций способом стена в грунте
6. Возведение стен в грунте из сборных элементов.
7. Глинистое хозяйство при производстве работ с применением стены в грунте.
8. Строительства подземных сооружений опускным способом и условия его применения.
9. Конструктивные элементы опускных подземных сооружений
10. Технологические схемы производства работ опускным способом
11. Расчёт опускных сооружений
12. Способы водопонижения и условия их применения
13. Водопонижение с помощью ЛИУ
14. Водопонижение эжекторными иглофильтровыми установками
15. Водопонижение вакуумными установками
16. Скважинное водопонижение

17. Технология бурения водопонизительных скважин и монтаж насосного оборудования
18. Фильтрационный расчёт водопонизительных установок
19. Особенности расчёта эжекторных водопонизительных установок
20. Строительство подземных сооружений под сжатым воздухом и условия его применения
21. Строительство коллекторных тоннелей под сжатым воздухом
22. Строительство тоннелей с применением параллельных шлюзов
23. Требования санитарного режима при работе под сжатым воздухом
24. Замораживание грунтов и условия его применения
25. Принцип работы замораживающей станции при одноступенчатом цикле сжатия хладагента
26. Принцип получения холода при двухступенчатом цикле сжатия хладагента
27. Основное оборудование замораживающих станций
28. Передвижные замораживающие станции и условия их применения
29. Хладоносители и условия их использвания
30. Хладагенты используемые в замораживающих станциях
31. Бурение замораживающих скважин и монтаж колонок
32. Монтаж рассольной сети
33. Активное замораживание грунтов
34. Контроль в процессе замораживания
35. Оттаивание и ликвидация ледопородного ограждения
36. Расчет процесса замораживания
37. Проходка горных выработок в замороженных породах
38. Особенности крепления стволов в замороженных породах
39. Технологические схемы замораживания и условия их применения
40. Схемы замораживания при проходке горизонтальных выработок
41. Замораживание фильтрующих горных пород
42. Замораживание грунтов жидким азотом
43. Замораживание грунтов с применением твёрдых криоагентов
44. Расчет толщины ледопордного ограждения
45. Расчет мощности замораживающей станции
46. Тампонирование горных пород в подземном строительстве
47. Цементация пород и условия её применения
48. Тампонажные материалы и растворы, их основные свойства
49. Схемы тампонирования и их анализ
50. Схемы нагнетания тампонажных растворов в скважины и их анализ
51. Производство работ по тампонированию с поверхности земли
52. Производство работ по тампонированию из забоя выработки
53. Струйная цементация в подземном строительстве
54. Химическое закрепление грунтов
55. Силикатизация грунтов
56. Проектирование тампонажных завес
57. Особенности производства тампонажных работ при проходке горизонтальных выработок
58. Строительство подземных ёмкостей в отложениях каменной соли
59. Строительство подземных ёмкостей с использованием камуфлетных взрывов
60. Бурение скважин большого диаметра с применением буровых установок
61. Подразделение специальных способов строительства подземных сооружений.
62. Способы струйной цементации и условия их применения