Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 21.11.2023 10:53:11
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a672ea7c62e4ac1e55

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Урбанистики и городского хозяйства
_____ / Л.А. Марюшин /
“ 28 ” апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Подземная урбанистика»

Направление подготовки

21.05.04 «Горное дело»

Специализация

Шахтное и подземное строительство

Квалификация

Горный инженер (специалист)

Форма обучения

Заочная

Москва 2022

Разработчик:

Ст.преподаватель А.В.Кузина

1.Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине:

Целью освоения дисциплины «Подземная урбанистика» является: получение студентами знаний и инженерного мировоззрения включающего систему взглядов на техническую, экономическую и социальную значимость проблемы освоения подземного пространства, понимание роли и места в ней горного инженера, а также знание принципов, методов и способов ее эффективного решения. .

Задачи дисциплины:

1. привить студентам базовые принципы проектирования освоения городского подземного пространства,
2. научить методам обоснования и выбора оптимальных мероприятий защиты окружающей среды в районе строительства (эксплуатации) подземного объекта
3. научить умению пользоваться нормативной документацией по проектированию подземных объектов;
4. дать знания классификации и номенклатуры подземных сооружений различного функционального назначения, а также современного мирового опыта освоения подземного пространства.
5. овладение базовыми принципами проектирования освоения городского подземного пространства, умение пользоваться нормативной документацией по проектированию подземных объектов;
6. знание «Концепции освоения подземного пространства и основных направлений развития подземной урбанизации города Москвы»;
7. знание классификации и номенклатуры подземных сооружений различного функционального назначения, а также мирового опыта освоения подземного пространства;
8. изучение основных принципов, методов и способов освоение подземного пространства;
9. изучение методологии и методики подготовки инженерных кадров для решения проблемы освоения подземного пространства.

2. **Место дисциплины в структуре ООП специалитета.**

Дисциплина «Подземная урбанистика» (Б1.2.ЭД.3) относится к числу элективных дисциплин «Подземная урбанистика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла (Б1):

–Б.1.1.24 Строительная геотехнология

–Б.1.1.29 Геомеханика

–Б.1.ДС.3 Шахтное и подземное строительство

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

- Б1.2.5 Основы освоения подземного пространства
- Б.1.ДВ.4. Городское подземное хозяйство
- Б2.2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.
- Б2.3 Преддипломная практика
- Б3 Государственная итоговая аттестация

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Знания, умения и навыки, приобретаемые в процессе изучения дисциплины, обеспечивающие достижение следующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-2	Системный анализ. Умение анализировать объекты, процессы и системы в рамках широких междисциплинарных областей, а также умение ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих	**знать:** нормативно-методические документы, регламентирующие строительство подземных сооружени города; **уметь:** использовать отраслевые нормативные документы в своей деятельности, составлять инструктивные документы **владеть:** работы с нормативно-методической и технической документацией, в том числе с горной графикой;

	аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов	
ПК-2	Осуществление авторского надзора за соблюдением утвержденных проектных решений при строительстве, эксплуатации, санации (ликвидации) подземных инженерных коммуникаций с применением бестраншейных технологий	**знать:** номенклатуру и классификацию объектов, размещаемых в подземном пространстве при использовании природных полостей, повторном использовании подземных объектов в другом функциональном назначении, а также вновь строящихся подземных сооружений; методологию проектирования объектов, состав и содержание проектной документации, методы инженерного проектирования, основные процессы и производственные операции, методы и способы ведения горно-строительных работ в обычных и сложных горно-геологических условиях, способы защиты окружающей среды от вредного воздействия горных работ **уметь:** использовать методы предварительной оценки экономической целесообразности строительства подземных объектов; выбирать объемно-планировочные решения для основных типов подземных сооружений; проектировать форму и размеры сечения выработок, технологию горно-строительных работ, отдельные части горных предприятий и подземных сооружений специального назначения, разрабатывать рабочую документаци **владеть:** основами методов проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами;

		метрологическими правилами, нормами, нормативно-техническими документами по стандартизации и управлению качеством строительства основами методов проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами; метрологическими правилами, нормами, нормативно-техническими документами по стандартизации и управлению качеством строительства знать: номенклатуру и классификацию объектов, размещаемых в подземном пространстве при использовании природных полостей, повторном использовании подземных объектов в другом функциональном назначении, а также вновь строящихся подземных сооружений; методологию проектирования объектов, состав и содержание проектной документации, методы инженерного проектирования, основные процессы и производственные операции, методы и способы ведения горно-строительных работ в обычных и сложных горно-геологических условиях, способы защиты окружающей среды от влияний подземных технологий
ПК-7	Обеспечение наиболее полного использования объекта управления (технологического процесса) для решения поставленных задач и соблюдение требований энергетической эффективности, повышения производительности	**знать:** номенклатуру и классификацию объектов, размещаемых в подземном пространстве при использовании природных полостей, повторном использовании подземных объектов в другом функциональном назначении, а также вновь строящихся подземных сооружений**;** **уметь** использовать в систему нормативных документов на

	труда и качества продукции	проектирование объектов подземного строительства различного функционального назначения; -использовать методы предварительной оценки экономической целесообразности строительства подземных объектов; - выбирать объемно-планировочные решения для основных типов подземных сооружений; -самостоятельно работать с рекомендуемой учебной и научной литературой, составлять рефераты на заданную преподавателем тему **владеть**: основами методов проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами; метрологическими правилами, нормами, нормативно-техническими документами по стандартизации и управлению качеством строительства основами методов проектирования подземных и наземных сооружений, основными правовыми и нормативными документами;

4.Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часов (из них 124 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Подземная урбанистика» изучаются на шестом курсе в 11семестре.

Одиннадцатый семестр: лекции – 10часов, практические занятия – 10 часов, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Подземная урбанистика» по видам работы отражены в Приложении 1.

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах							Форма итогового контроля
			Всего час./ зач. ед	Аудиторных часов (контактная работа)	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль (промежуточная аттестация)	
Заочная	**5**	**11**	**144/ 5**	**16**	**8**	**8**	**-**	**128**	**14**	**Экзамен-**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			11
Очно-заочная форма			
Контактная работа (всего)	**144**	**-**	**144**
В том числе:		-	
Лекции	10	-	10
Практические занятия (ПЗ)	8	-	10
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	**124**		**124**
В том числе:			
Курсовой проект (работа)			
Расчетно-графические работы	-		15
Реферат	-		16
Эссе	-		-
Контрольная работа (2 контрольные работы)			26
Другие виды самостоятельной работы			
Изучение лекционного материала			15
Подготовка к практическим занятиям			12
Подготовка к промежуточному/итоговому тестированию			10
Изучение нормативно-правовой документации			15
Вид промежуточной аттестации (**экзамен**)			**14**
Общая трудоемкость час./ зач. ед			**144/ 4**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

Заочная форма

Раздел	Курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				
		Л	П/З	Лаб	СРС	КСР
1. . Основные направления использования подземного пространства на современном этапе. Характеристика современного этапа процесса урбанизации	11	2	2	-	24	
2. Основные положения проектирования автотранспортных тоннелей	11	2	-	-	20	
3. Основные положения проектирования городских коллекторных тоннелей	11	1	2	-	20	
4. Основные положения проектирования подземных автостоянок Объемно-планировочные решения подземных гаражей и факторы их безопасности	11	1	2	-	20	
5. Защита подземных сооружений от внешних воздействий	11	1				
6 Особенности расчета конструкций городских подземных сооружений Нагрузки на подземные сооружения Постоянные нагрузки. Временные нагрузки. Особые нагрузки. Сочетание нагрузок. Давление грунта при глубоком заложении подземных зданий и сооружений	11	1				
7. Технология строительства городских по земных сооружений Строительство открытым и опускным способами Котлованный способ производства работ. Траншейный способ производства работ. Технология возведения с применением армированного грунта	11	1	2			
8. Строительство подземных сооружений способом продавливания Сущность способа. Конструкции обделок. Оборудование для продавливания. Технология работ при строительстве подземных сооружений способом продавливания. Обеспечение сохранности надземных зданий и ограничение деформации земной поверхности	11	1	2			

3.3.Содержание разделов дисциплины

Одиннадцатый семестр

Введение. Основные направления использования подземного пространства на современном этапе. Характеристика современного этапа процесса урбанизации. Значение и роль городов в мировой и национальной экономике. Принципы классификации городов.
Определение понятия «городское хозяйство». Роль городского хозяйства в развитии городов. Связь городского хозяйства с численностью населения, природно-территориальными и иными особенностями города.
История возникновения и развития городского и подземного строительства. Цель и задачи изучения дисциплины, ее связь со смежными дисциплинами. Основная и дополнительная литература
Основные положения по использованию подземного пространства городов. Классификация городских подземных сооружений. Инженерные изыскания. Технико-экономическая эффективность строительства городских подземных сооружений

1.1 Основные положения проектирования автотранспортных тоннелей
Проектирование трассы тоннелей: железнодорожных, автодорожных, метрополитена, скоростного подземного трамвая. Габариты приближения строения. Основные типы конструкций обделок автотранспортных тоннелей. Основные положения проектирования автотранспортных тоннелей, вспомогательных устройств, водоудаления, вентиляции, освещения

1.2 Основные положения проектирования городских коллекторных тоннелей
Проектирование трассы коллекторных тоннелей. Выбор формы и определение размеров поперечного сечения городских коммунальных тоннелей. Основные типы конструкций обделок городских коллекторных тоннелей. Водоудаление, вентиляция, связь и освещение тоннелей

1.3 Основные положения проектирования подземных пешеходных переходов
Проектирование трассы подземных пешеходных переходов, поперечного сечения, входов и выходов. Основные типы конструкций обделок подземных пешеходных переходов. Основные положения проектирования вспомогательных камер, освещения, водоудаления и вентиляции подземных пешеходных переходов

1.4 Основные положения проектирования подземных авто-стоянок
Объемно-планировочные решения подземных гаражей и фак-торы их определяющие. Проектирование въездов и выездов из гаражей, конструкции рамп. Основные типы строительных конструкций подземных автостоянок. Размещение мест стоянок автомобилей. Проектирование водоудаления, вентиляции и освещения подземных гаражей
1.5 Основные положения проектирования общественных и жилых зданий и сооружений
Объемно-планировочные решения по размещению и компоновке общественных и жилых зданий и сооружений. Основные типы строительных конструкций подземных жилых зданий и сооружений. Основные положения по проектированию вентиляции, освещения, водоудаления, канализации подземных общественных и других зданий и сооружений
1.6 Защита подземных сооружений от внешних воздействий
Гидроизоляция подземных сооружений возводимых открытым и горным способами. Основные гидроизоляционные материалы и технологии устройства гидроизоляции. Устройство гидроизоляции при отрицательных температурах.
2 Особенности расчета конструкций городских подземных сооружений
2.1 Нагрузки на подземные сооружения
Постоянные нагрузки. Временные нагрузки. Особые нагрузки. Сочетание нагрузок. Давление грунта при глубоком заложении подземных зданий и сооружений
2.2 Основные положения расчета конструкций подземных сооружений
Основные положения расчета конструкций подземных сооружений, возводимых открытым и опускным способам.
Основные положения расчета конструкций подземных сооружений при горном способе производства работ
3 Технология строительства городских по земных сооружений
3.1 Строительство открытым и опускным способами
Котлованный способ производства работ. Траншейный способ производства работ. Технология возведения с применением армированного грунта
3.2 Строительство подземных сооружений горным способом
Основные способы производства работ и применяемое оборудование. Технология работ в крепких и слабых горных породах при различных конфигурациях подземных сооружений
3.3 Строительство подземных сооружений щитовым способом
Оборудование, применяемое при щитовом способе. Классификация щитов. Щитовые комплексы. Технология строительства подземных сооружений щитовым способом
3.4 Строительство подземных сооружений способом продавливания
Сущность способа. Конструкции обделок. Оборудование для продавливания. Технология работ при строительстве подземных сооружений способом

продавливания. Обеспечение сохранности надземных зданий и ограничение деформации земной поверхности

3.4. Тематика семинарских занятий

№№	Наименование практического занятия
3	Подземные сооружения хозяйственного назначения
4	Подземные сооружения социального назначения
5	Подземные сооружения экологического назначения
6	Подземные сооружения оборонного назначения

3.5 Примеры задания для контрольных работ

Примерные вопросы/ задания для контрольной работы

Контрольная работа №1
вариант 1
Деформационные свойства горных пород
вариант 2
Прочностные свойства горных пород
Начальное напряженное состояние.
вариант 3
Реологические свойства горных пород
Коэффициент структурного ослабления
вариант 4
Теория прочности Мора, паспорт объемной прочности
вариант 5
Структурно-механические особенности массива
Понятие о длительной прочности
вариант 6
Понятие о полной диаграмме «напряжение-деформация»
Неоднородность и анизотропия горных пород

Вопросы для контрольной работы №2:

вариант 1
Начальное напряженное состояние массива горных пород.
Понятия: «горное давление» и «нагрузка на крепь»
вариант 2
Учение о механических процессах в массиве горных пород
вариант 3
Распределение напряжений и смещений вокруг горных выработок
вариант 4

Геомеханические модели массива горных пород
вариант 5
Формирование нагрузки на крепь горных
выработок в условиях сводообразования
вариант 6

Вопросы для контрольной работы №3
1.Формирование нагрузки на крепь горных выработок в условиях взаимовляющей деформации системы «крепь-массив»
2.В чем ограниченность существовавшего ранее понимания Горного дела применительно к современному этапу его развития.
3.Раскройте сущность проблемы «Освоение и сохранение недр Земли». Сформулируйте постулаты, определяющие базовый смысл этой области деятельности.
4.Сформулируйте понятие «Наука». Какова ее главная задача? В чем состоит особенность фундаментальных исследований в сравнении с исследованиями прикладными? Приведите примеры.
5.Почему результаты фундаментальных научных исследований, как правило, не могут быть напрямую внедрены в производство?
6.Какова роль научно - технической области деятельности в общем процессе развития науки, техники и технологии?
7.Терминология. Основные определения: Горное дело, Строительная геотехнология, Освоение недр Земли, Георесурсы, Подземное пространство, Освоение подземного пространства, Методы освоения подземного пространства, Шахтное и подземное строительство и др.
8.Что такое «высокие технологии» и, в частности, применительно к подземному строительству?
9.Что такое «Управление состоянием массива горных пород» и «Подготовка массива к ведению горностроительных работ».
10.Современное определение горной науки «Строительная геотехнология», ее место в классификации горных наук.
11.Главная цель, задачи, объект и предмет исследований, связь со смежными науками и учебными дисциплинами.
12.Закономерности и взаимосвязи изучаемые Строительной геотехнологией. Приведите примеры.
13.В чем состоит целесообразность и эффективность строительства подземных объектов? Их достоинства в сравнении с аналогичными им наземными сооружениями. Приведите примеры
14.Систематизация: подземных объектов: объекты хозяйственного, социального и экологического назначения. Приведите примеры реализации наиболее значимых проектов в отечественной и зарубежной практике.
15.Освоение подземного пространства в мегаполисах - как планомерный и комплексный процесс застройки пригодных для этого участков массива в

сложившейся части города и в развивающихся его районах. Увязка с перспективными планами развития городских территорий.
16.Раскройте содержание общей концепции создания системы нормативных документов по освоению городского подземного пространства.
17. Раскройте содержание и целевую направленность основных положений Постановления Правительства Москвы «О концепции освоения подземного пространства» и основных направлениях развития подземной урбанизации города Москвы от 25 декабря 2007 года N1127-ПП.
В чем, по-вашему, заключается основной эффект от реализации этого постановления для г. Москвы?
18.Перечислите основные специальности и виды профессиональной деятельности специалистов, необходимые для решения проблемы освоения подземного пространства.
19.Каковы роль и место горного инженера-строителя в решении проблемы освоения подземного пространства?
20.Перечислите обобщенные типы профессиональных задач, решаемых горным инженером-строителем в производственно-технологической, проектной научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности.

3.6. Текущий контроль (тестирование)

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

3.6.1. Укажите, какой из нижеприведенных факторов:

а) глубина устья

б) прочность вмещающих горных пород

в) собственный вес крепи

г) Трещиноватость породного массива

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

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

а) весом пород в своде естественного равновесия

б) весом вышележащей толщи пород

в) весом локальных вывалов породы

г) взаимодействием обделки и массива горных пород

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

а) глубины заложения выработки

б) угла залегания горных пород

в) конструкции крепи

г) срока службы выработки

3.6..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

3.7. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Курсовые работы/проекты не предусмотрены

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1.Основная литература:

а)

1.Зерцалов, Д.С. Конюхов, В.Е. Меркин. Использование подземного пространства. – Учебник М.: АСВ, 2015

2. Пономарев А.Б., Винников Ю.Л. Подземное строительство. – Учебное пособие. Пермь: изд-во ПНИПУ, 2014, 262 с. 2014

б) дополнительная литература

3. Ильичев В.А. и др. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов М.: ГУП НИАЦ 2017

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

электронные образовательные ресурсы:

- Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://edu.ru;

- Открытое образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://openedu.ru;
- Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rsl.ru;
- Европейская цифровая библиотека Europeana http://www.europeana.eu/portal);
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России www.gpntb.ru ;
- Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий http://www.iqlib.ru;
- Информационный портал [сайт] www.miningexpo.ru;
- Горная энциклопедия [сайт] www.mining-enc.ru .

электронно-библиотечные системы (ЭБС):

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) [Электронный ресурс]- Режим доступа: www.book.ru

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]- Режим доступа: www.biblioclub.ru

в) профессиональные базы данных и информационных справочных систем:

Имеются следующие учебные фильмы:

№ п/п	Перечень средств обучения
1.	Проект «Мармарай»
2.	Тоннель под Беринговым проливом
3.	Строительство Алабяно-Балтийского тоннеля
4.	Прямоугольный щит
5.	Советская империя метро
6.	Готтардский тоннель
7.	История подземного Минска
8.	Подземный рейх
9.	Овальный щит
10.	Самые большие подводный трубопроводы
11.	Прорыв

12.	Эрексунский мост-тоннель
13.	Будущее московского метро
14.	Мадрид – подземный город
15.	Продавливание труб и микротоннелирование
16.	Подводный тоннель в Бразилии
17.	Разумный тоннель в действии
18.	С ветки на ветку
19.	Сочинский тоннель
20.	Проходка тоннеля в скальных породах

5.Материально-техническое обеспечение дисциплины

5.1. Занятия, текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по данной дисциплине проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лекционные аудитории находятся по адресу: Москва, Ул.Автозаводская д.16, ав 2304, АВ 4212А
Данные учебные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Типовая комплектация таких аудиторий состоит из комплекта мебели для обучающихся и преподавателя, доски маркерной/для мела, персональных компьютеров с выходом в сеть Интернет, инструкции пожарной безопасности, огнетушителя.
Занятия лекционного типа проводятся в аудиториях, оснащённых стационарным или переносным мультимедийным оборудованием.
Для проведения занятий лекционного типа предлагаются презентации по темам интерактивных лекций и практических занятий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программе данной дисциплины.
Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i5-2100), блок управления оборудованием. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным

рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения отдельных корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет.

Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение:

Windows 7 Professional Rus x64.

Microsoft Office Pro plus Rus 2010.

7-Zip Свободно распространяемое ПО.

K-Lite Свободно распространяемое ПО.

Kaspersky Endpoint Security 10.

Adobe Reader XI Свободно распространяемое ПО.

6.Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации преподавателю

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей.

Дисциплина «Подземная урбанистика» является дисциплиной по выбору студента и обеспечивает формирования профессиональных компетенций.

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

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Городское подземное хозяйство» рассматривается в п.4 рабочей программы.

Базовая тематика рефератов по дисциплине «Подземная урбанистика» представлена в Приложении 2 к рабочей программе.

Утверждение темы реферата производится преподавателем, проводящим практические занятия по дисциплине. Допустимо утверждение тем рефератов, предложенных обучающимися самостоятельно, при условии их соответствия целям и задачам дисциплины «Подземная урбанистика», актуальности и возможности адекватного раскрытия с учетом уровня текущей компетентности студента в рамках ОП.

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

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

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

6.2. Методические указания обучающимся

- Методические указания по освоению дисциплины
- Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ строительства подземных сооружений и шахт.
- Посещение лекционных занятий является обязательным. Пропуск лекционных занятий без уважительных причин в объеме более 40 % от общего количества предусмотренных учебным планом на семестр лекций влечет за собой невозможность аттестации по дисциплине «Подземная урбанистика» по итогам семестра, так как обучающийся не набирает минимально допустимого для получения итоговой аттестации по дисциплине количества баллов за посещение лекционных занятий (см. соответствующие положения пункта 6 настоящей рабочей программы).

- В ходе лекций обучающимся рекомендуется:
- - вести конспектирование учебного материала. Допускается конспектирование лекционного материала письменным и компьютерным способом.
- - обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- - задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью правильного понимания теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
- Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой.

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

- Проведение практических занятий по дисциплине «Подземная урбанистика» осуществляется в формах, описанных в пункте 5 настоящей рабочей программы.
- Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

- Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

- Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников - ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими выпускниками.
- Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине «Подземная урбанистика» приведен в п.7 настоящей рабочей программы. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины «Городское подземное хозяйство» по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.
- Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.6 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине «Подземная урбанистика».
- Сведения о текущем контроле успеваемости обучающихся

- Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра путем регулярной проверки присутствия обучающегося на лекционных и практических занятиях, оценки качества и активности работы на практических занятиях при решении задач и в ходе блиц-опросов
- Сведения о текущей работе студентов по дисциплине «Подземная урбанистика» фиксируются преподавателем служат базовым основанием для формирования семестрового рейтинга по дисциплине.
- Текущая аттестация по дисциплине «Подземная урбанистика» проводится в формах контрольных работ, тестирования (см. соответствующие положения ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе).
- Примерные задания для контрольных работ, а также вопросы тестирования по дисциплине «Подземная урбанистика» приведены в

различных подпунктах в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе без указания правильных вариантов ответов или методики выполнения соответствующих заданий для стимулирования поисковой активности обучающегося.

- Методические указания по подготовке к промежуточной/ итоговой аттестации
- Промежуточная аттестация по дисциплине «Подземная урбанистика» в 11-м семестре проходит в форме экзамена. Экзаменационный билет по дисциплине «Подземная урбанистика» состоит из 3 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Подземная урбанистика» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей формирования БРС и оценки сформированности компетенций приведен в соответствующем подпункте Приложении 2 к рабочей программе.

7. Фонд оценочных средств.

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

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

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

Для текущего контроля используется аудиторное компьютерное тестирование.

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

На практических занятиях применять следующие методы интерактивного обучения:

№	Наименование практического занятия	Метод интерактивного обучения	Количество часов
1	Основные объемно-планировочные решения городских подземных сооружений	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2
2	Конструктивные решения проектирования городских подземных сооружений (подземных пешеходных переходов, автотранспортных тоннелей, гидротехнических тоннелей)	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	2
3	Сбор нагрузок на подземные сооружения. Расчет покрытий городских подземных сооружений	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	1
4	Проектирование вентиляции, гидроизоляции, водоудаления в подземных сооружениях	Анализ конкретных ситуаций (Case-stude)	1
8	Определение объемов работ, продолжительности строительства подземных сооружений	Активный диалог (дискуссия)	2

Критерии оценки ответа на экзамене
(формирование компетенций УК-2)

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ПК-6);

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

Обучающийся: хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ПК-6);

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

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ПК-6);

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание

теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ПК-6);

2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях (формирование компетенций ПК-6)

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

Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ПК-6);

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

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

Обучающийся хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности;

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

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя;

обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности;

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

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

Обучающийся:

не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности;

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

Критерии оценки контрольной работы

(формирование компетенций УК-2,ПК-6)

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

Обучающийся:

на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-2);

на высоком уровне владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ПК6);

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

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

Обучающийся:

хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (УК-2);

хорошо владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ПК6-);

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

Обучающийся:

на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (УК-2);

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

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

Обучающийся:

не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (УК-2);

не владеет способностью находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений (ПК6).

2.4. Критерии оценки тестирования (формирование компетенций ПК-6)

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

Стандартная шкала соответствия результатов компьютерного

тестирования выставляемой балльной оценке:

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

Стандартный регламент тестирования включает:

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

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

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

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

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

Обучающийся:

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

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

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

Обучающийся:

на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности;

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

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

Обучающийся:

не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности;

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

3.2. Текущий контроль (выполнение контрольной работы)

(формирование компетенций)

По дисциплине планируются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устные опросы,
- индивидуальные задания.

3.3 Текущий контроль (расчётно-графическая работа)

Примеры оценочных материалов для текущего контроля успеваемости обучающихся

Формы текущего контроля успеваемости	Примеры оценочных средств
Домашние задания	Высокие технологии освоения подземного пространства. Выдающиеся проекты освоения подземного пространства.
	Объемно-планировочные решения подземных сооружений различного функционального назначения как один из элементов видеоэкологии
Практическаяная работа	№1 «Выбор сечения выработки» Вопросы для защиты результатов лабораторной работы: - что называется сечением тоннеля в свету / вчерне? - какие факторы влияют на выбор сечения? - требования, предъявляемые к обделке тоннеля №2 «Обоснование конструкции крепи» Вопросы для защиты результатов лабораторной работы: - что такое крепь, дайте классификацию крепей? - от чего зависит конструкция крепи?

	- обоснуйте, как увязана конструкция крепи и горное давление? №3. «Расчет графика организации работ» - Какие процессы входят в данную технологию производства работ? - для чего необходимо рассчитывать цклограмму? - какие процессы можно совмещать?

Результаты текущего контроля знаний, умений и навыков, обеспечивающих формирование компетенции, закрепленных за дисциплиной, учитываются как обязательная часть при проведении промежуточной аттестации.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости в виде составной части могут входить в фонд оценочных средств для промежуточной аттестации.

Описание критериев и методика оценивания заданий для текущего контроля успеваемости представлены в фонде оценочных средств как приложение к рабочей программе дисциплины.

7.3. Текущий контроль (тестирование)

д) коэффициент сцепления горных пород

2. Нагрузка от наземного транспорта на поверхности относится к:

а) постоянной

б) особой

в) временной длительной

г) кратковременной

д) строительной

3. 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

7.4. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)

Примерные экзаменационные вопросы

1. Основные положения технического регламента о безопасности зданий и сооружений.
2. Требования механической безопасности подземных сооружений.
3. Уровни ответственности подземных сооружений в соответствии с Градостроительным кодексом РФ.
4. Основы проектирования несущих конструкций подземных сооружений.
5. Общие требования к проектированию сечений конструкций подземных сооружений.
6. Определение коэффициента продольного изгиба при расчете бетонных и железобетонных обделок.
7. Проектирование изгибаемых металлических конструкций при креплении котлованов.
8. Нормативные методы определения нагрузок на крепи вертикальных горных выработок от горного давления.
9. Нормативные методы определения нагрузок на крепи вертикальных горных выработок от давления подземных вод.
10. Нормативные положения по определению устойчивости вертикальных горных выработок.
11. Определение толщины монолитной бетонной крепи вертикальных стволов.
12. Определение нагрузок на крепи устьев вертикальных стволов от горного давления.
13. Определение нагрузок на крепи устьев вертикальных стволов от зданий и сооружений на поверхности.
14. Определение нагрузок на крепи стволов неглубокого заложения в условиях плотной городской застройки.
15. Оценка устойчивости горизонтальных и наклонных горных выработок в соответствии с нормами проектирования.

16. Нормативные положения по определению расчетных нагрузок на крепи горизонтальных и наклонных горных выработок.
17. Нормативное определение нагрузок на крепь выработок камерного типа.
18. Определение категории устойчивости и выбор крепи для выработок, проводимых в соляных породах.
19. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки транспортных тоннелей.
20. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки гидротехнических тоннелей.
21. Основные положения по определению нормативных нагрузок на обделки подземных сооружений метрополитенов.
22. Нормативные положения по определению нагрузок на подземные сооружения от временного транспорта на поверхности.
23. Конструкции анкерных крепей.
24. Конструкции обделок транспортных тоннелей.
25. Конструкции обделок тоннелей метрополитенов.
26. Конструкции обделок станций метрополитена.
27. Конструкции обделок гидротехнических тоннелей.
28. Конструкции крепей вертикальных стволов.
29. Общие положения по определению внутренних усилий в сечениях вертикальной крепи котлованов.
30. Конструкции и расчет арочных двухшарнирных крепей при симметричной нагрузке.
31. Основные положения по расчету двухшарнирных арочных обделок кругового очертания.
32. Методика определения внутренних усилий в сборно-монолитных обделках.
33. Основные положения по определению внутренних усилий в стеновых панелях сборно-монолитной обделки.
34. Типы монтажных схем сборных кольцевых обделок.
35. Основные положения по расчету сборных кольцевых обделок как системы брусьев на упругом основании.

36.Особенности расчета обжимаемых в породу обделок.

37.Основные положения по расчету напорных гидротехнических тоннелей.

7.5.Тематика типовых задач дисциплины, выносимых на экзамен

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

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

7.6.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.

7.7 Оценочные средства промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (экзамена)

Утверждаю

Зав. кафедрой _____

Дата_____

Экзаменационный билет № 1

По дисциплине Подземная урбанистика

1.Содержание дисциплины " Подземная урбанистика ". Задачи горной науки, решаемые геомеханикой и методы их решения.

2.Систематизация подземных объектов. Основные классификационные признаки

3.Специальные способы проведения выработок: проходка под сжатым воздухом.

4.Конструкции обделки автодорожных тоннелей

Примеры задач.

Определить предельную глубину устойчивого состояния контура тоннеля. Построить графики распределения напряжений и смещений вокруг тоннеля. Будет ли устойчив породный контур выработки круглого сечения на заданной глубине? Построить графики объемной прочности пород для идеально сыпучих, скальных и связанных пород. Записать уравнения предельного состояния.

Определить значение тангенциального напряжения на заданном расстоянии от центра выработки.

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