

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Антрацитовский институт геосистем и технологий

Кафедра строительства и геоконтроля



УТВЕРЖДАЮ

Директор
Антрацитовского института
геосистем и технологий

доц. Крохмалёва Е.Г.
«27» 04 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

Специальные способы строительства подземной части зданий и сооружений

Направление подготовки 08.04.01 Строительство
Магистерская программа Городское строительство и хозяйство

Разработчики

доцент

старший преподаватель

И.В. Дудка

А.Ю. Лазебник

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры строительства и геоконтроля
от «14» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

строительства и геоконтроля

И.В. Савченко

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00C0AE9BC40349D124B4B74D21A2EEBA99
Действителен с 24.07.2024 по 17.10.2025
Владелец КРОХМАЛЕВА ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
Специальные способы строительства подземной части зданий и сооружений**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Код контроли- руемой компетен- ции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формиро- вания (семестр изучения)
1	ОПК-5	Способен вести и организовывать проектно-изыскательские работы в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	Тема 1. Классификация специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений.	2
			Тема 2. Строительство подземной части зданий и сооружений способом ограждающих конструкций.	2
			Тема 3. Сооружение подземных конструкций зданий и сооружений с использованием искусственного водопонижения уровня подземных вод.	2
			Тема 4. Гидроизоляция и закрепление обводненных неустойчивых и обводненных грунтов комплексным методом тампонажа.	2
			Тема 5. Строительство подземных конструкций способом струйной цементации.	3
			Тема 6. Способы напорной цементации при закреплении неустойчивых и обводненных грунтов.	3
			Тема 7. Особенности проектирования цементации грунтов в фундаментостроении.	3
			Тема 8. Глубинное смешивание грунтов.	3
			Тема 9. Строительство подземной части зданий и сооружений способом замораживания грунтов.	3
			Тема 10. Способы ликвидации природных и техногенных пустот в основаниях зданий и сооружений.	3
2	ПК-1	Способность осуществлять и организовывать разработку проектной, рабочей и организационно-технологической документации в сфере гражданского строительства	Тема 1. Классификация специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений.	2
			Тема 2. Строительство подземной части зданий и сооружений способом ограждающих конструкций.	2
			Тема 3. Сооружение подземных конструкций зданий и сооружений с использованием искусственного водопонижения уровня подземных вод.	2
			Тема 4. Гидроизоляция и закрепление обводненных неустойчивых и обводненных грунтов комплексным методом тампонажа.	2
			Тема 5. Строительство подземных конструкций способом струйной цементации.	3

		Тема 6. Способы напорной цементации при закреплении неустойчивых и обводненных грунтов.	3
		Тема 7. Особенности проектирования цементации грунтов в фундаментах зданий.	3
		Тема 8. Глубинное смешивание грунтов.	3
		Тема 9. Строительство подземной части зданий и сооружений способом замораживания грунтов.	3
		Тема 10. Способы ликвидации природных и техногенных пустот в основаниях зданий и сооружений.	3

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-5	знать: способы ведения и организации проектно-изыскательских работ в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, приемы осуществления технической экспертизы проектов и авторского надзора за их соблюдением уметь: вести и организовывать проектно-изыскательские работы в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением владеть навыками: ведения и организации проектно-изыскательских работ в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, осуществления технической экспертизы проектов и авторского надзора за их соблюдением	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	опрос теоретического материала, выполнение практических работ
2	ПК-1	знать: способы осуществления и организации, разработки проектной, рабочей и организационно-технологической документации в сфере гражданского строительства уметь: осуществлять и организовывать разработку проектной, рабочей и организационно-технологической документации в сфере гражданского строительства владеть навыками: осуществления и организации разработки проектной, рабочей и организационно-технологической документации в сфере гражданского строительства	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	опрос теоретического материала, выполнение практических работ

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Специальные способы строительства подземной части зданий и сооружений»**

Опрос теоретического материала

Тема 1. Классификация специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений.

Специальные способы, определения. Роль и значение специального способа строительства подземных сооружений. Основные этапы развития техники, технологии и организации специальных способов строительства подземных сооружений. Свойства грунтов и классификация специальных способов. Условия, требующие применения специальных способов проходки. Классификация специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений.

1. В чем заключается актуальность применения специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений?

2. Какие инженерные вопросы решаются при применении специальных способов строительства?

3. Какие сведения из инженерной геологии и гидрогеологии необходимы для проектирования специальных способов?

4. Назовите классификацию специальных способов строительства в сложных горно-геологических условиях?

5. Какие способы воздействия на неустойчивый горный массив Вы знаете?

6. Назовите основные направления развития технологии и техники специальных способов строительства?

7. Какой способ повышения физико-механических свойств грунтов является наиболее перспективным?

8. Какие грунты являются водупором?

9. Какими нормативными документами регламентируется необходимость применения специальных способов строительства?

10. Назовите два фактора, влияющие на сложность строительства подземной части здания или сооружения?

Тема 2. Строительство подземной части зданий и сооружений способом ограждающих конструкций

Сущность способов и область применения. Конструкции шпунтовых и железобетонных ограждений. Применяемое оборудование и материалы. Технологии производства работ при строительстве подземных сооружений способом ограждающих конструкций.

1. Опишите сущность способа и область шпунтовых ограждений при строительстве котлованов.

2. Назовите конструкции шпунтовых ограждений?

3. Какое оборудование и средства забивки применяют для монтажа шпунтов?

4. Какая последовательность технологии работ по монтажу шпунтов?

5. Сущность способа «стена в грунте» и область его применения.

6. Назовите конструкции ж/б ограждений типа «стена в грунте».

7. Какое оборудование, материалы и вспомогательные средства используют при сооружении «стена в грунте»?
8. Каким материалом заполняют траншею в процессе сооружения «стены в грунте». Назовите его характеристики.
9. Назовите требования укладки бетона в конструкцию «стена в грунте»?
10. Какие этапы включает технология сооружения ограждения с помощью опускной крепи?

Тема 3. Сооружение подземных конструкций зданий и сооружений с использованием искусственного водопонижения уровня подземных вод

Сущность способа и область применения. Виды скважин для водопонижения. Оборудование для водопонижения. Методика проектирования водопонижения. Порядок производства работ по водопонижению.

1. Какова сущность искусственного водопонижения уровня подземных вод?
2. В каких условиях применяют искусственное водопонижение?
3. Назовите конструктивные особенности способа искусственного водопонижения?
4. Какие исходные данные, характеризующие водоносные грунты, необходимы для расчета параметров водопонижения?
5. Какое технологическое оборудование применяют при искусственном водопонижении?
6. По какой зависимости определяют продолжительность откачки из водопонижительных скважин?
7. Как оборудуют водопонижительные скважины в различных типах грунтов?
8. Назовите типы и особенности водопонижительных систем?
9. При проектировании искусственного водопонижения какие технические параметры необходимо определить?
10. Как определяют качество водопонижения?

Тема 4. Гидроизоляция и закрепление обводненных неустойчивых и обводненных грунтов комплексным методом тампонажа

Технологические особенности и инженерно-геологические условия применения комплексного метода тампонажа. Тампонажные растворы. Тампонажное оборудование. Технологические схемы тампонажных работ и критерии их выбора. Проектирование тампонажных работ. Контроль технологических параметров тампонирующего раствора и оценка надежности. Организация специальных работ при сооружении объектов различного целевого назначения.

1. Назовите область применения комплексного метода тампонажа?
2. Какие условия применения различных видов тампонирующего раствора?
3. Назовите основные типы тампонажных растворов?
4. Какое тампонажное оборудование используют для комплексного метода тампонажа?
5. Назовите технологические схемы тампонажа и критерии их выбора?
6. Назовите основные этапы проектирования предварительного тампонажа неустойчивых пород?

7. Каким способом осуществляют бурение тампонажных скважин с поверхности земли?

8. Какие виды исследований необходимо проводить в пробуренных скважинах? Назовите критерии контроля качества тампонажных работ.

9. Как определить оценку надежности гидроизоляции тампонажной завесы вокруг подземной части здания?

10. Назовите типы пакерующих устройств их назначение?

Семестр 3

Тема 5. Строительство подземных конструкций способом струйной цементации

Сущность способа и область применения. Виды струйной цементации. Оборудование для осуществления способа. Технология производства работ.

Контроль качества закрепления горного массива способом струйной цементации.

1. Сущность способа струйной цементации и область ее применения.

2. Какие характеристики грунта повышаются при использовании струйного тампонажа?

3. Назовите виды струйной цементации?

4. Какое оборудование используют для осуществления способа струйной технологии?

5. В чем заключается сущность струйной цементации грунтов?

6. Назовите основные этапы струйной цементации?

7. Как происходит создание грузонесущего ограждения?

8. Как осуществляют бурение лидерной скважины?

9. Как армируют грунтоцементную колонну?

10. Методика контроля качества струйной цементации.

Тема 6. Способы напорной цементации при закреплении неустойчивых и обводненных грунтов

Цементация трещиноватых скальных пород, песчаных и глинистых неустойчивых грунтов. Цементация грунтов способом «геомассив-геокомпозит». Растворы для закрепления грунтов напорной цементацией. Оборудование для производства цементационных

работ. Технологические схемы нагнетания цементных растворов в скважины.

1. Назовите основные положения напорной цементации при закреплении неустойчивых грунтов?

2. Какие требования к материалам для укрепления грунтов напорной цементацией?

3. Как проектируют цементацию методом инъекции растворов на основе микроцемента?

4. В чем заключается сущность укрепления грунтов методом манжетной инъекции растворов в режиме гидроразрыва?

5. Какие требования к составу и объему лабораторных и опытных работ на площадке напорной цементации?

6. Опишите процесс производства работ и контроль качества?

7. Какие инженерные изыскания необходимо выполнить перед началом разработки проектной документации на напорную цементацию?
8. Опишите принцип действия тампонажного пакера при напорной цементации?
9. Как осуществляют контроль качества закрепления грунтов напорной цементацией?
10. Какие параметры необходимо рассчитать при проектировании напорной цементации?

Тема 7. Особенности проектирования цементации грунтов в фундаментах

Общий подход к составлению проектов по закреплению грунтов цементацией и уплотнению их путем изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтов. Принципы проектирования цементации грунтов под фундаментами. Примеры цементации грунтов в строительстве.

1. В чем заключается необходимость цементации грунтов оснований под фундаментами зданий и сооружений?
2. В чем состоит общий подход к составлению проектов по закреплению грунтов под фундаментами?
3. Какие показатели приводят в проектах на цементацию грунтов оснований фундаментов?
4. Назовите принципы проектирования цементации грунтов под фундаментами?
5. Как определить размеры закрепляемого грунта?
6. Методика расчета объемов нагнетания закрепляемого раствора?
7. По каким критериям необходимо выполнить проверочный расчет закрепляемого грунта?
8. Как рассчитать степень армирования грунта основания?
9. Как вычислить приведенный модуль деформации?
10. Как производят расчет осадки фундамента?

Тема 8. Глубинное смешивание грунтов

Область применения и требования к материалам и укрепленным грунтам. Технология укрепления грунтов в горном массиве и порядок проведения работ. Укрепление грунтов в сваях. Комбинированный метод укрепления грунтов. Контроль качества производства работ.

1. Назовите нормируемые показатели качества и контролируемые параметры при проектировании цементации методом глубинного перемешивания грунтов;
2. Какие значения используют в качестве базовых показателей укрепленного цементогрунта?
3. Назовите основные базовые показатели технологических параметров изготовления грунтоцементного элемента?
4. В какой последовательности выполняется создание элемента укрепленного грунта методом глубинного перемешивания?
5. Какие материалы используют в качестве вяжущего и структурообразователя?
6. Опишите технологическую схему глубинного перемешивания грунта.

7. Как осуществляют контроль качества укрепленных грунтов?
8. Приведите рекомендуемую схему бурения контрольных скважин и шурфов.
9. Как укрепляют грунтовые сваи?
10. Опишите комбинированный метод укрепления грунтов?

Тема 9. Строительство подземной части зданий и сооружений способом замораживания грунтов

Теоретические основы способа замораживания грунтов. Создание ледопородных ограждений. Организация и производство работ по замораживанию грунтов. Оттаивание замороженных грунтов. Контроль качества заморозки.

1. Как рассчитать толщину ледопородного ограждения?
2. Каким методом определяют количество замораживающих скважин?
3. Опишите конструкцию замораживающей колонки?
4. Как рассчитать мощность замораживающей станции и времени ее работы?
5. Как определить параметры холодильного оборудования?
6. Какое оборудование является холодильным?
7. Опишите методику технико-экономического обоснования применения замораживающей технологии.
8. Какой тип жидкости используют в качестве хладоносителя?
9. Каким оборудованием производят бурение замораживающих скважин?
10. Назовите сущность способа и режимы замораживания пород.

Тема 10. Способы ликвидации природных и техногенных пустот в основаниях зданий и сооружений

Нормативные требования к ликвидации природных и техногенных пустот в горном массиве. Общие положения по закладке пустот. Требования к закладочному массиву. Типы закладочных смесей. Технологии приготовления и транспортировки закладочных смесей. Технологический контроль закладочных работ.

1. Какие нормативные документы регламентируют ликвидацию пустот под площадкой строительства?
2. Назовите методы закладочных работ?
3. Какие типы закладочных растворов и материалов используют в строительстве?
4. Опишите технологические процессы закладочных работ?
5. Как сооружают барьерные перемычки безлюдным способом?
6. Где располагают закладочный комплекс приготовления и нагнетания закладочной смеси?
7. Как осуществляют контроль закладочных работ?
8. Какое оборудование используют в закладочных комплексах?
9. Технология закладки старых горных выработок пологого залегания безлюдным способом.
10. Требования по охране окружающей среды при выполнении закладочных работ.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный/письменный опрос)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, с использованием научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
хорошо (4)	Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием научных терминов. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы.
удовлетворительно (3)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.
неудовлетворительно (2)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены неправильно, обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.

Практические работы 2 семестр

Практическая работа 1. Расчеты параметров сооружения анкерного крепления стенок котлована.

Исходные данные для расчетов: инженерно-геологическая характеристика участка, параметры сооружаемого котлована.

Склон крутизной $\alpha_{\text{склона}} = \pi^0$, сложенный на всю глубину глинистыми не лессовыми грунтами четвертичных отложений.

Проектный угол установки тросового анкера к горизонту $\alpha_{\text{анк}} = \pi^0$. Принятая длина анкера l_k , м, диаметр скважины D_c , м;

Нагрузка на поверхности склона q , кН.

Инженерно-геологические характеристики грунтов:

- угол внутреннего трения по длине заделки, $\varphi = \pi^0$;

- расчетное средневзвешенное удельное сцепление грунта, C , $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$;

- коэффициент пористости, $e = \pi$;

- удельный средневзвешенный вес грунта по глубине h_k , $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$;

- средневзвешенное значение по длине заделки модуля деформации грунта E_0 , $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$;

- показатель текучести $0.25 \leq I_L \leq 0.5$;

- средневзвешенное значение коэффициента Пуассона, μ .

- коэффициент бокового давления грунта,

Определить несущую способность скважинных инъекционных анкеров, выполнить расчет тросового анкера для системы защиты котлована от оползня.

Практическая работа 2. Расчет опускной крепи.

Произвести расчет конструктивных элементов опускной крепи и сделать проверку условия ее погружения.

Исходные данные для расчета.

Геометрические размеры сооружаемой подземной части сооружения (размеры котлована), горно-геологические (объемный вес грунтов) и гидрогеологические характеристики (мощность водоносного горизонта, напор подземных вод) участка работ, конструктив опускаемого цилиндра.

Необходимо рассчитать: высоту опускаемого цилиндра, внутренний диаметр цилиндра, максимальное внешнее давление на опускаемый цилиндр, толщину опускного цилиндра, количество анкерных болтов.

Практическая работа 3. Расчет параметров способом «стена в грунте».

Необходимо рассчитать противифльтрационную эффективность стены (сокращение притока подземных вод в котлован) показатели конструктивных параметров глубина заложения, ширина, Тип материала проектируемого тела «стены в грунте», радиус влияния котлована, фильтрационные сопротивления стены, величины удельного фильтрационного расхода, высоту просачивания

фильтрационного потока на низовой откос котлована, определяем фильтрационное сопротивление стены и окончательный приток в котлован.

Исходные данные для расчета параметров сооружения «стены в грунте»: инженерно-геологические характеристики вмещающих грунтов, коэффициент фильтрации, напор подземных вод геометрические размеры ПФЗ.

Практическая работа 4. Расчет водопонижения при строительстве котлованов.

Для расчета параметров водопонижения необходимо знать ряд исходных данных, характеризующих водоносные породы, в частности: коэффициент фильтрации – K , коэффициент водоотдачи – μ , коэффициент пьезопроводности – α .

Определить общий приток к кольцевым водопонижительным системам, радиус влияния водопонижительных установок, продолжительность откачки воды, тип, количество водопонижающих скважин, необходимость установки фильтров.

Практическая работа 5. Расчет параметров формирования радиусов гидроизоляции и закрепления в горном массиве при применении комплексного метода тампонажа

Исходные данные для расчетов.

Горно-геологическая и гидрогеологическая характеристика участка проведения работ по водоизоляции и закреплению вмещающих неустойчивых грунтов. По каждому водоносному горизонту необходимо знать: полную, эффективную и открытую пустотность, коэффициенты проницаемости, объемной упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, местоположение трещин и полостей, их размеры, статический уровень подземных вод, коэффициент трещинной анизотропии.

Необходимо рассчитать параметры гидроизоляционной завесы, необходимое количество тампонажных скважин, давление нагнетания тампонажного раствора, обосновать выбор тампонажного раствора, принять буровое тампонажное оборудование, обосновать контроль качества тампонажа.

Практические работы Семестр 3

Практическая работа № 6. Проектирование укрепления грунтов методом манжетной инъекции в режиме гидроразрыва

Исходные данные:

Нормируемые показатели качества и контролируемые параметры при проектировании цементации грунтов в режиме гидроразрыва:

- расчетные условные границы элемента/ячейки закрепления, глубина закрепления;

- нормируемые показатели качества элемента/ячейки закрепления: интегральный модуль деформации $Estb$, интегральная плотность ρ , интегральный коэффициент пористости e ;

- номинальный состав раствора – расчетные характеристики раствора: R – прочность на сжатие, E – модуль деформации/упругости, B/C раствора, иные

базовые и, при необходимости, дополнительные характеристики раствора, назначаемые в соответствии с требованиями нормативных документов;

- технологические параметры цементации: d – диаметр инъекционных форсунок инъектора/манжетной колонны, расстояние между горизонтами инъекционных отверстий/форсунок по длине манжетной колонны, количество отверстий/форсунок в одном горизонте, давление разрыва

Необходимо определить: давление, при котором происходит гидроразрыв в грунте, давление разрушения обоймы, оем раствора и количество циклов инъекций.

Практическая работа №7 Определения параметров цементации при закреплении грунтов методом инъекции в режиме гидроразрыва

Исходные данные

Объект 2-й геотехнической категории, здание с конструктивной системой из монолитных перекрытий и вертикальных несущих конструкций в виде пилонов и колонн, семь надземных этажей и два подземных уровня. Объект встраивается в существующую застройку. В зону влияния попадают эксплуатируемые здания разной этажности и конструктивных систем. Дополнительные осадки не зданий окружающей застройки и проектируемого объекта не должны превышать нормативных значений. Для обеспечения требуемых расчетных характеристик основания для объекта модуль деформации основания должен быть не ниже 30 МПа.

Инженерно-геологические условия площадки – грунты, которые необходимо укрепить находятся в толще с переслаивающимися слоями:

ИГЭ-1 – пески пылеватые, рыхлые, влажные

$C = 0$ кПа, $E = 10$ МПа, $\varphi = 20^\circ$, $e = 0,77$;

ИГЭ-2 – пески средней крупности, рыхлые, влажные

$C = 0$ кПа, $E = 14$ МПа, $\varphi = 17^\circ$, $e = 0,75$;

ИГЭ-3 – пески средней крупности, рыхлые, водонасыщенные

$C = 0$ кПа, $E = 16$ МПа, $\varphi = 23^\circ$, $e = 0,70-0,72$.

Необходимо рассчитать:

Укрепление грунтов проектируется методом многократной инъекции в режиме гидроразрыва цементными растворами, определить длину тампонажного пакера, пористость до укрепления грунтов и после укрепления

Практическая работа № 8. Подбор состава для цементации методом глубинного перемешивания

На основании данных нормируемых показателей качества и контролируемые параметры при проектировании цементации методом глубинного перемешивания грунтов:

- способ цементации – «мокрый» – перемешивание грунта с раствором.

Определить:

- расчетный условный радиус закрепления, глубина закрепления/длина элемента закрепленного грунта;

- нормируемые показатели качества закрепленного грунта: базовые – по классу прочности на сжатие C ; дополнительные (прочностные и деформационные характеристики закрепленного грунта (грунтоцемента); R – прочность на сжатие, ρ – плотность, E – модуль деформации);

- номинальный состав раствора – расчетные характеристики раствора: R – прочность на сжатие, E – модуль деформации/упругости, B/C раствора.

- технологические параметры цементации: d – диаметр форсунок смесителя, давление, скорость вращения, скорость подъема монитора при формировании ГЦЭ, объем раствора и расход цемента на 1 м.

В качестве основных/базовых показателей закрепленного грунта/грунтоцемента (ГЦЭ) использовать нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик:

- прочность на одноосное сжатие R_{stb} ;
- модуль деформации E_{stb} , МПа,
- плотность ρ , кг/м³.

Практическая работа № 9. Определение геометрических параметров лёдопородного ограждения

Исходные данные для расчетов:

Инженерно-геологические (удельный вес, пустотность, содержание воды), и гидрогеологических характеристик обводненных неустойчивых грунтов, мощность водоносного горизонта.

Необходимо выполнить расчет толщины лёдопородного ограждения, разработать схему расположения замораживающих скважин, выполнить расчет мощности замораживающей станции и времени ее работы, выполнить расчет параметров холодильного оборудования.

Практическая работа № 10. Расчет технологических параметров закладки техногенных пустот

Исходные данные: глубина закладочной скважины, дина магистрального горизонтального трубопровода, горно-геологическая характеристика техногенной пустоты в массиве,

Необходимо запроектировать:

Определение нормативной прочности. Это прочность твердеющей закладки при одноосном сжатии, которая обеспечивает безопасное обнажение массива в течение проектного срока. За нормативную принимается прочность закладки после месяца её твердения. Ориентировочно водоцементное отношение для пластичных смесей определяют по формуле Боломея.

Произвести выбор состава и объемов закладочной смеси для обеспечения закладочных работ. Зная расход материалов на приготовление 1 м³ закладочной смеси, определяют потребность в закладке, определить производительность закладочного оборудования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетвори- тельно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетвори- тельно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету

1. Функции шпунтового ограждения во время выемки грунта из котлована.
2. Виды деревянной забивной крепи. Её достоинства и недостатки.
3. Типы металлических шпунтов. Их достоинства и недостатки.
4. Погружение шпунтов с гидроподмывом.
5. Средства для погружения шпунтов.
6. Порядок погружения шпунтов замкнутого и разомкнутого контуров.
7. Методы укрепления шпунтового ограждения при его обнажении во время выемки породы.
8. Способы выемки породы внутри шпунтового ограждения.
9. Виды конструкций железобетонных ограждений.
10. Виды траншеекопательного оборудования.
11. Назначение форшахты траншеи «стена в грунте».
12. Направление укладки бетонной смеси в траншею.
13. Требования к применяемому глинистому раствору при конке траншей.
14. Из чего состоит глинохозяство на площадке строительства «стена в грунте»?
15. Способы выемки грунта и укрепления обнажающихся стен при сооружении «стена в грунте».
16. Основные достоинства и недостатки способа струйной цементации.
17. Основные отличия между видами струйной цементации.
18. Перечень основного оборудования для струйной цементации.
19. Направление перемещения оборудования в скважине при создании грунтоцементной колонны.
20. Виды армирования грунтоцементных колонн.
21. Материалы, из которых могут быть изготовлены стены опускной крепи.
22. Порядок расчёта опускания крепи.
23. Силы, способствующие и препятствующие опусканию крепи.
24. Мероприятия по устранению перекосов при опускании крепи.
25. Опускная крепь с принудительным задавливанием.
26. В каких горных породах целесообразно применять способ водопонижения?
27. Назначение сквозного фильтра.
28. Способы очистки фильтров.
29. Судьба водопонижающих скважин после сооружения котлована
30. Классификация тампонажных растворов и требования к ним.
31. Состав и основные технологические свойства глиноцементных растворов.
32. Приборы для измерения параметров тампонажных растворов.
33. Закономерности кинетики структурообразования глиноцементных растворов.
34. Влияние избыточного давления на свойства глиноцементных растворов.
35. Разработка рецептур и свойств тампонажных растворов.
36. Оборудование для приготовления тампонажных растворов в комплексном методе тампонажа.

37. Оборудование для нагнетания тампонажных растворов.
38. Выбор схемы тампонажных работ.
39. Технологические схемы применяемые в комплексном методе тампонажа.
40. Технические средства для временной герметизации тампонажных скважин.
41. Расчет геометрических размеров гидроизоляционной завесы при комплексном тампонаже.
42. Расчет давления нагнетания тампонажного раствора.
43. Расчет объемов нагнетания тампонажных растворов.
44. Исследования в тампонажных скважинах при комплексном методе тампонажа.
45. Буровое оборудование, применяемое при комплексном методе тампонажа
46. В чем заключается актуальность применения специальных способов строительства подземной части зданий и сооружений?
47. Какие инженерные вопросы решаются при применении специальных способов строительства?
48. Какие сведения из инженерной геологии и гидрогеологии необходимы для проектирования специальных способов?
49. Назовите классификацию специальных способов строительства в сложных горно-геологических условиях?
50. Какие способы воздействия на неустойчивый горный массив Вы знаете?
51. Назовите основные направления развития технологии и техники специальных способов строительства?
52. Какой способ повышения физико-механических свойств грунтов является наиболее перспективным?
53. Какие грунты являются водоупором?
54. Какими нормативными документами регламентируется необходимость применения специальных способов строительства?
55. Назовите два фактора, влияющие на сложность строительства подземной части здания или сооружения?
56. Назовите технологические схемы тампонажа и критерии их выбора?
57. Назовите основные этапы проектирования предварительного тампонажа неустойчивых пород?
58. Каким способом осуществляют бурение тампонажных скважин с поверхности земли?
59. Какие виды исследований необходимо проводить в пробуренных скважинах? Назовите критерии контроля качества тампонажных работ.
60. Как определить оценку надежности гидроизоляции тампонажной завесы вокруг подземной части здания?
61. Назовите типы пакерующих устройств и их назначение?
62. Какова сущность искусственного водопонижения уровня подземных вод?
63. В каких условиях применяют искусственное водопонижение?
64. Назовите конструктивные особенности способа искусственного водопонижения?
65. Какие исходные данные, характеризующие водоносные грунты, необходимы для расчета параметров водопонижения?
66. Какое технологическое оборудование применяют при искусственном водопонижении?

67. По какой зависимости определяют продолжительность откачки из водопонижительных скважин?
68. Как оборудуют водопонижительные скважины в различных типах грунтов?
69. Назовите типы и особенности водопонижительных систем?
70. При проектировании искусственного водопонижения какие технические параметры необходимо определить?
71. Как определяют качество водопонижения?
72. Как определяют длину кондуктора тампонажной скважины?
73. Методика расчета размеров предохранительного целика над тампонируемым интервалом пород.
74. Расчет давления нагнетания тампонажного раствора с учетом гидроразрыва вышележащей толщи грунтов.
75. Нормативные документы регламентирующие применение комплексного метода тампонажа.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачёт)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и, по сути, излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Вопросы к экзамену

1. Основные этапы работ по сооружению горной выработки способом искусственного замораживания горных пород.
2. Методы определения толщины лёдопородного ограждения.
3. Состав оборудования одноступенчатой аммиачной замораживающей станции.
4. Причины отклонения скважин от вертикали при бурении.
5. Схемы подключения замораживающих колонок к магистральным рассолопроводам.
6. Режимы работы замораживающей станции.
7. Скорость нарастания лёдопородного ограждения вокруг колонки.
8. Виды контроля за процессом замораживания.
9. Назначение термонаблюдательных и гидронаблюдательных скважин. Их конструкция.
10. Виды ограничителей распространения холода при зональной схеме замораживания.
11. Обеспечение условий для твердения бетонной смеси в зоне отрицательных температур.
12. В чём заключается ликвидация замораживающих скважин ?
13. Каскадный способ замораживания фильтрующих горных пород.
14. Схема подключения колонок при замораживании горных пород жидким азотом.
15. Наиболее распространённый хладоноситель и его характеристика.
16. Достоинства и недостатки способа замораживания горных пород.
11. Какие нормативные документы регламентируют ликвидацию пустот под площадкой строительства?
12. Назовите методы закладочных работ?
13. Какие типы закладочных растворов и материалов используют в строительстве?
14. Опишите технологические процессы закладочных работ?
15. Как сооружают барьерные перемишки безлюдным способом?
16. Где располагают закладочный комплекс приготовления и нагнетания закладочной смеси?
17. Как осуществляют контроль закладочных работ?
18. Какое оборудование используют в закладочных комплексах?
19. Технология закладки старых горных выработок пологого залегания безлюдным способом.
20. Требования по охране окружающей среды при выполнении закладочных работ.
21. Назовите нормируемые показатели качества и контролируемые параметры при проектировании цементации методом глубинного перемешивания грунтов;
22. Какие значения используют в качестве базовых показателей закрепленного цементогрунта?
23. Назовите основные базовые показатели технологических параметров изготовления грунтоцементного элемента?
24. В какой последовательности выполняется создание элемента

закрепленного грунта методом глубинного перемешивания?

25. Какие материалы используют в качестве вяжущего и структурообразователя?

26. Опишите технологическую схему глубинного перемешивания грунта.

27. Как осуществляют контроль качества укрепленных грунтов?

28. Приведите рекомендуемую схему бурения контрольных скважин и шурфов.

29. Как укрепляют грунтовые сваи?

30. Опишите комбинированный метод укрепления грунтов?

31. В чем заключается необходимость цементации грунтов оснований под фундаментами зданий и сооружений?

32. В чем состоит общий подход к составлению проектов по закреплению грунтов под фундаментами?

33. Какие показатели приводят в проектах на цементацию грунтов оснований фундаментов?

34. Назовите принципы проектирования цементации грунтов под фундаментами?

35. Как определить размеры закрепляемого грунта?

36. Методика расчета объемов нагнетания закрепляемого раствора?

37. По каким критериям необходимо выполнить проверочный расчет закрепляемого грунта?

38. Как рассчитать степень армирования грунта основания?

39. Как вычислить приведенный модуль деформации?

40. Как производят расчет осадки фундамента?

41. Назовите основные положения напорной цементации при закреплении неустойчивых грунтов?

42. Какие требования к материалам для укрепления грунтов напорной цементацией?

43. Как проектируют цементацию методом инъекции растворов на основе микроцемента?

44. В чем заключается сущность укрепления грунтов методом манжетной инъекции растворов в режиме гидроразрыва?

45. Какие требования к составу и объему лабораторных и опытных работ на площадке напорной цементации?

46. Опишите процесс производства работ и контроль качества?

47. Какие инженерные изыскания необходимо выполнить перед началом разработки проектной документации на напорную цементацию?

48. Опишите принцип действия тампонажного пакера при напорной цементации?

49. Как осуществляют контроль качества закреплении грунтов напорной цементацией?

50. Какие параметры необходимо рассчитать при проектировании напорной цементации?

51. Проектирование струйной цементации грунтов.

52. Проектирование цементации методом глубинного перемешивания.

53. Проектирование цементации методом инъекции растворов на

основе микроцемента.

54. Проектирование укрепления грунтов методом манжетной инъекции в режиме гидроразрыва.

55. Требования к составу и объему лабораторных и опытных работ на площадке.

56. Основные положения по производству работ и контролю качества.

57. Закрепление грунтов методом струйной цементации.

58. Закрепление грунтов методом глубинного перемешивания.

59. Закрепление грунтов инъекцией в режиме пропитки растворами на основе микроцемента.

60. Геотехнический мониторинг при цементации грунтов.

61. Методика выбора микроцемента (растворы типа ИОТДВ) и определения расчетного условного радиуса при закреплении грунта в режиме пропитки.

62. Методика лабораторных работ по определению проницаемости песков растворами на основе микроцементов.

63. Рекомендуемая методика подбора состава для цементации методом глубинного перемешивания.

64. Определения нормируемых показателей качества при закреплении грунтов методом инъекции в режиме гидроразрыва.

65. «Конструктивные» схемы закрепления или искусственного основания при цементации грунтов способом глубинного перемешивания с условными границами закрепления.

66. «Конструктивная» схема закрепления или искусственного основания из элементов закрепленного грунта с условными границами закрепления при инъекции в режиме гидроразрыва.

67. Типы растворов для закрепления в зависимости от их назначения.

68. Выбор раствора для различных способов закрепления.

69. Основные расчетные положения закрепления грунта цементацией.

70. Значения расчетных параметров для выбора способа струйной цементации.

71. Определение класса по прочности грунтоцемента.

72. Этапы сооружения тампонажного пакера.

73. Расчет длины тампонажного пакера.

74. Технологические параметры цементации.

75. Контроль качества при выполнении цементации грунтов.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
промежуточный контроль (экзамен)**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетвори- тельно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетвори- тельно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Специальные способы строительства подземной части зданий и сооружений» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров по указанному направлению подготовки.

Председатель учебно-методической
комиссии Антрацитовского института
геосистем и технологий



И.В. Савченко

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)