

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»


УТВЕРЖДАЮ
Декан строительного факультета
Панфилов Д.В.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**«Расчёт и проектирование фундаментов в сложных геологических
условиях»**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Программа Теория и проектирование зданий и сооружений

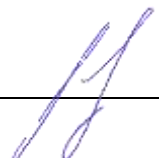
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

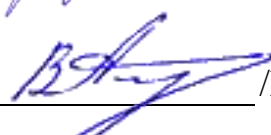
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы


_____/Агарков А.В./

Заведующий кафедрой
Строительной механики


_____/Козлов В.А./

Руководитель ОПОП


_____/Сафронов В.С./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Фундаментальная подготовка учащихся (магистрантов) в области современной механики грунтов, расчётов и конструирования при проектировании геотехнических объектов (фундаментов, несущих и ограждающих конструкций в грунтах, грунтовых сооружений и природных грунтовых массивов) в сложных геологических условиях.

Обучение учащихся навыкам самостоятельного совершенствования своих знаний в области теории фундаментостроения и геотехники с помощью научно-технической литературы.

1.2. Задачи освоения дисциплины

В результате обучения учащиеся должны получить следующие знания и представления:

- 1) о несущей способности и деформировании грунтов как физических тел с позиций теорий упругости и пластичности;
- 2) о современных проблемах фундаментостроения и геотехники; геотехнических объектах, сооружаемых в сложных геологических условиях; правильном (с разумным сочетанием надёжности и экономичности) использовании строительных свойств грунтов и геоматериалов;
- 3) о нормативно-теоретических основах проектирования и классических методах расчёта (теории линейно-деформируемой и жёсткопластической сред) геотехнических объектов;
- 4) о нелинейных (упругопластических) методах расчёта геотехнических объектов в сложных инженерно-геологических условиях.
- 5) о расчетах оснований и грунтовых массивов средствами МКЭ с использованием современных программных комплексов.
- 6) о причинах аварий и опасностях при проектировании и строительстве геотехнических объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Расчёт и проектирование фундаментов в сложных геологических условиях» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчёт и проектирование фундаментов в сложных геологических условиях» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Овладение знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

ПК-2 - Способностью вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3 - Способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчёт и проектирование фундаментов в сложных геологических условиях» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Все го, час
1	Физические характеристики, классификация грунтов. Строение оснований. Понятие о сложных инженерно-геологических условиях	Значение физических характеристик для расчётов прочности и деформирования оснований. Характеристики пористости, плотности, влажности грунтов. Число пластичности и показатели консистенции глинистых грунтов. Классификация грунтов (песчаные и глинистые грунты: супеси, суглинки, глины). Скальные и полускальные грунты. Механические характеристики грунтов. О связи физических и механических характеристик. Нормативные и расчётные характеристики грунтов. Расчётные сопротивления оснований. Геологическое строение оснований. Инженерно-геологические элементы. Геологолитологический разрез. Особые виды грунтов: мёрзлые, вечномёрзлые, просадочные, набухающие грунты. Понятие о слабых основаниях. Торф и заторфованные грунты. Карст.	2	2	10	14

		Насыпные грунты. Антропогенные напластования, в том числе образованные гидронамывом. Общая характеристика территорий с неблагоприятными для строительства геологическими условиями.				
2	Закон Кулона. Условия предельного напряжённого состояния грунтов (плоская и пространственная задачи)	Записи закона Кулона и их графическая форма. Метод лабораторного определения сопротивления грунтов срезу. Трехчленная формула Н. Н. Маслова сопротивляемости сдвигу глинистых грунтов. Задача о подпорной стенке как пример практического использования закона Кулона. Понятия о предельном равновесии и предельном напряженном состоянии. Разложение тензора напряжений в элементарном объёме грунта на всестороннее сжатие (шаровой тензор) и девиатор. Инварианты тензора и девиатора напряжений. Условия предельного напряженного состояния по Мору-Кулону и Мизесу-Шлейхеру-Боткину (уравнения и их графическая форма)	2	2	20	24
3	Зависимость между напряжениями, перемещениями и деформациями грунтов. Виды физической нелинейности грунтов	Напряженно-деформированное состояние в точке. Обобщенный закон Гука, его записи и приложение к грунтам и геоматериалам. Фазы напряженного состояния грунтов по Н.А. Цытовичу. Диаграмма Прандтля. Пластическое формоизменение, дилатансия и их математическое описание применительно к грунтам. Ассоциированный и неассоциированный законы течения. Скорости и векторы пластических деформаций. О сопротивлении грунтов растяжению. Виды физической нелинейности грунтов. Структурная схема. Графическое описание физически возможного НДС грунта в точке.	2	2	20	24
4	Расчётные модели геотехнических объектов	Деление математических моделей грунтов на теорию линейного деформирования и теории жесткопластичности. Краткая характеристика обеих теорий. Метод коэффициента постели, его практическое значение при расчётах фундаментов и реализация средствами МКЭ. Понятие об упругопластической модели грунта и областях ее практического использования. Предельные состояния (ПС) и	2	2	10	14

		расчетные проверки СНиП: отличия метода ПС, определение ПС, ГОСТ 27751-2014, группы и виды ПС и их конкретизация в виде расчетных проверок (с присущими им математическими моделями грунтов).				
5	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения)	Задачи о ленточном и плитном фундаментах мелкого заложения. Решения задач Фламана и Буссинеска и их практические приложения. Метод угловых точек. Способы определения осадок и кренов оснований. Задача о воздействии полосовой нагрузки на полупространство. Начальная критическая нагрузка на основание. Основные формы графиков зависимости осадок от действующей нагрузки. Расчёт грунтовых оснований по несущей способности. Задачи о давлении грунта на подпорную стенку. Задача об устойчивости откосов (графоаналитический метод). Метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Метод Г. М. Шахунянца. Формы нарушения устойчивости склонов и откосов. Примеры аварий откосных сооружений и способы их ликвидации. Задача о расчёте свай на вертикальную горизонтальную и моментную нагрузку и её практическое значение (метод К. С. Завриева).	8	8	40	56
6	Реконструкция и усиление фундаментов. Проектирование и устройство фундаментов реконструируемых зданий. Практические примеры решения задач геомеханики в современном проектировании	Основные причины усиления фундаментов. Упрочнение грунтов основания. Методы расчета и проектирования реконструируемых и восстанавливаемых зданий. Способы усиления фундаментов. Примеры осуществленных проектов. Возведение фундаментов вблизи существующих объектов. Аварийные повреждения и способы их предупреждения. Примеры.	2	2	8	21
Итого			18	18	108	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «_Расчет фундамента мелкого заложения МКЭ»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение осадки с использованием современных нормативных

документов;

- определение осадки МКЭ;
- определение пластических областей при расчете фундамента мелкого заложения МКЭ

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать (знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования)	знание теоретических основ современных методов проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	умение использовать специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования)	владение современными методами проектирования и мониторинга	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных,	знание современные методики разработки	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в

	технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	предусмотренный в рабочих программах	срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	умение применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	владение практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	знание современных методик подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	умение организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	владение практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

	компетенции					
ПК-1	знать (знать теоретические основы современных методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчётного обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования		верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	е задач	
	владеть практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты готовить задания для исполнителей,	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими приемами проведения научных исследований и разработок, а также проведения анализа и обобщения их результатов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Чем как правило характеризуется деформация основания сооружения?

А. креном

Б. осадкой

В. напряжением

Г. осадкой и креном

2. Исходя из какого условия проводят расчет основания по деформациям?

А. $S \leq S_u$

Б. $S_u \leq S$

В. $S \leq R$

Г. $R \leq S_u$

Где S - осадка основания фундамента,

S_u - предельное значение осадки основания фундамента, R - расчетное сопротивление грунта основания

3. При каком условии в соответствии с требованиями СП22.13330.2016 возможно использовать основную методику расчета деформаций основания фундамента (расчетная схема в виде линейно деформируемого полупространства)?

А. $p \leq R$

Б. $R \leq p$

В. $p \leq R_0$

Г. $p \leq E$

Где p – среднее давление под подошвой фундамента; R - расчетное сопротивление грунта основания; - R_0 – расчетное сопротивления грунта основания фундамента с шириной 1 м и глубиной заложения 2 м; E – модуль деформации грунта основания;

4. По какой формуле определяется расчетное сопротивление грунта основания в соответствии с требованиями СП22.13330.2016?

А.
$$R = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} \times k_z \times b \times \gamma_{II} + M_q \times d_1 \times \gamma_{II}^1 + (M_q - 1) \times d_b \times \gamma_{II}^1 + M_c \times c_{II} \right]$$

Б.
$$R = 1.7 \times \left[R_0 \times \left[1 + k_1 \times (b - 2) \right] + k_2 \times \gamma \times (d - 3) \right]$$

В.
$$R = \beta \times \sum_{i=1}^n \left[\frac{(\sigma_{zp_i} - \sigma_{z\gamma_i}) \times h_i}{E_i} \right] + \beta \times \sum_{i=1}^n \left[\frac{(\sigma_{z\gamma_i}) \times h_i}{E e_i} \right]$$

Г.
$$R = M_c \times c_{II} \left[M_v \times k_z \times b \times \gamma_{II} + M_q \times d_1 \times \gamma_{II}^1 + (M_q - 1) \times d_b \times \gamma_{II}^1 + \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \right]$$

5. По какой формуле определяют осадку основания фундамента в соответствии с требованиями СП22.13330.2016?

А.
$$s = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \left[M_v \times k_z \times b \times \gamma_{II} + M_q \times d_1 \times \gamma_{II}^1 + (M_q - 1) \times d_b \times \gamma_{II}^1 + M_c \times c_{II} \right]$$

Б.
$$s = 1.7 \times [R_0 \times [1 + k_1 \times (b - 2)] + k_2 \times \gamma \times (d - 3)]$$

В.
$$s = \beta \times \sum_{i=1}^n \left[\frac{(\sigma_{zp_i} - \sigma_{z\gamma_i}) \times h_i}{E_i} \right] + \beta \times \sum_{i=1}^n \left[\frac{(\sigma_{z\gamma_i}) \times h_i}{E e_i} \right]$$

Г.
$$s = \frac{1}{\pi} \times \left[\operatorname{atan}\left(\frac{0.5 \times b - x}{z}\right) + \operatorname{atan}\left(\frac{0.5 \times b + x}{z}\right) - \frac{2 \times (0.5 \times b) \times z \times [x^2 - z^2 - (0.5 \times b)^2]}{[x^2 + z^2 - (0.5 \times b)^2]^2 + 4 \times (0.5 \times b)^2 \times z^2} \right]$$

6. По какой формуле определяют значения вертикальных напряжений от внешней нагрузки на глубине z от подошвы фундамента по вертикали, проходящей через центр подошвы?

А.
$$\sigma_{zp} = \alpha \times \sigma_{zg0}$$

Б.
$$\sigma_{zp} = \alpha \times p$$

В.
$$\sigma_{zp} = 0.5 \times \alpha \times \sigma_{zg0}$$

Г.
$$\sigma_{zp} = 0.5 \times \alpha \times p$$

7. При каком условии возможно определять осадку основания по формуле

$$s = \beta \times \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp_i} \times h_i}{E_i}$$
 в соответствии с требованиями СП22.13330.2016?

А. $p \leq \sigma_{zg,0}$

Б. $\sigma_{zg,0} \leq p$

В. $p \leq \sigma_{zp,0}$

Г. $p \leq \sigma_{zp}$

8. Каким условием определяется граница сжимаемой толщи основания при определении осадки в соответствии с требованиями СП22.13330.2016?

А. $\sigma_{zp} = 0.5 \sigma_{zg}$

Б. $\sigma_{zp} = 0.2 \sigma_{zg}$

В. $\sigma_{zp} = 0.5 \sigma_{zg,0}$

Г. $\sigma_{zp} = 0.5 \sigma_{zg,0}$

9. При расчете фундамента мелкого заложения МКЭ в плоской постановке исходя из каких соображений назначаются размеры расчетной области (с заданием граничных условий)?

А. Исходя из имеющегося инженерно-геологического разреза

Б. Исходя из исключения влияния граничных условий, заданных на границах расчетной области, на результаты расчетов

В. Более 5 м, ширины фундамента, глубже фундамента на 10 м

Г. По ширине - две ширины сооружения, по глубине 2 высоты сооружения

10. При расчете фундамента мелкого заложения МКЭ в плоской постановке какое напряженно-деформированное состояние необходимо задавать для грунтов основания?

А. плоское напряженное состояние

Б. плоское напряженное состояние

В. плоская деформация

Г. объемное напряженное состояние

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Охарактеризовать физические характеристики грунтов (плотность, пористость, влажность): определения, формульные зависимости, размерности.
2. Классификация грунтов. Характеристика классификационных признаков.
3. Запись закона Кулона и его графическая форма. Метод лабораторного определения грунтов срезу. Испытание грунта методом трёхосного сжатия.
4. Круг Мора: объяснение, доказательство условия Мора-Кулона.
5. Предельное равновесие и предельное напряжённое состояние. Условия Мора-Кулона и Мизеса-Шлейхера-Боткина: уравнения, физическое содержание, графическая форма.
6. Фазы напряжённого состояния грунтов по Н.А. Цытовичу. Диаграмма Прандтля.
7. Скорости и векторы пластических деформаций в грунтах и геоматериалах. Дилатансия и её параметры.
8. Характеристика теорий линейного деформирования и жёсткопластичности. Основные уравнения, области практического использования.
9. Понятие об упругопластической модели грунта и области её практического использования. Описание математической модели грунта в соответствии с теорией пластического течения.
10. Характеристика метода предельных состояний (ПС). Связь видов ПС, математических моделей грунта, расчётных проверок СНиП.
11. Решения задач Фламана и Буссинеска (основная идея; объяснение способа получения уравнений) и их практические приложения.
12. Метод угловых точек. Способы определения осадок и кренов оснований.
13. Задача о воздействии полосовой нагрузки на полупространство. Начальная критическая нагрузка на основание. Формула (7) СНиП 2.02.01-83*.
14. Способ расчёта осадок оснований: формула СНиП и её объяснение.
15. Расчёт оснований по несущей способности на примерах методов Прандтля и Терцаги.
16. Расчёт оснований по несущей способности в соответствии с СНиП 2.02.01-83* (формула (16)).
17. Активное и пассивное давление грунта на подпорные стенки. Давление покоя. Влияние перемещений подпорной стенки на её силовое взаимодействие с засыпкой.
18. Задачи о подпорной стенке (метод Ш. Кулона, его идея и практическая

- реализация).
19. Задачи об устойчивости откосов (графоаналитический метод). Методы круглоцилиндрических поверхностей скольжения и горизонтальных сил (Г. М. Шахунянца).
 20. Задача о расчёте свай на совместное действие осевой, поперечной силы и момента (метод К. С. Завриева) и её практическое значение.
 21. Упрочнение оснований эксплуатационными нагрузками. Расчётные формулы и их обоснование. Использование дополнительной несущей способности оснований при увеличениях нагрузки после длительного периода эксплуатации.
 22. Ремонт и усиление фундаментов. Примеры конструктивных решений. Причины дефектов и повреждений.
 23. Возведение фундаментов вблизи существующих. Причины аварийных деформаций: дополнительных осадок, перекосов, кренов. Расчётные ограничения при проектировании. Конструктивные решения, направленные на уменьшение дополнительных осадок и их последствий.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физические характеристики, классификация грунтов. Строение оснований. Понятие о сложных инженерно-геологических условиях	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
2	Закон Кулона. Условия предельного напряжённого состояния грунтов (плоская и пространственная задачи)	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
3	Зависимость между напряжениями, перемещениями и деформациями	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта,

	грунтов. Виды физической нелинейности грунтов		экзамен
4	Расчётные модели геотехнических объектов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
5	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения)	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
6	Реконструкция и усиление фундаментов. Проектирование и устройство фундаментов реконструируемых зданий. Практические примеры решения задач геомеханики в современном проектировании	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Основная литература:

1. Шапиро Д.М. Теория и расчётные модели оснований и объектов геотехники. Изд. 2-е, доп. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 180 с.
2. Шапиро Д. М. Метод конечных элементов в строительном проектировании. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 176 с.

3. Свод правил 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
4. Свод правил 24.13330.2011 Свайные фундаменты Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
5. Мангушев Р. А., Карлов В. Д., Сахаров И. И. Механика грунтов. – М.: Изд-во АСВ, 2009 – 264 с.
6. Мангушев Р. А., Карлов В. Д., Сахаров И. И., Осокин А. И. Основания и фундаменты. – М.: Изд-во АСВ, 2009 – 264 с.
7. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. М., Изд-во АСВ, 1994.- 524с.
8. Шапиро Д. М., Ким М. С., Ким В. Х., Агарков А. В. Решение задач механики грунтов аналитическими и численными методами: учеб. пособие / Воронежский ГТУ. – Воронеж: 2019. – 85 с.

8.1.2 Дополнительная литература:

1. Тер-Мартirosян З. Г. Механика грунтов/ Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 488 с.
2. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий, 4-е изд. перераб. и дополн. М.: Изд-во «Бумажная галерея», 2000.- 317с.
3. Кушнер С. Г. Расчёт деформаций оснований зданий и сооружений. Запорожье: ООО НПО «Запорожье», 2008.-496 с.
4. Мангушев Р. А., Ершов А. В., Осокин А. И. Современные свайные технологии: учебное пособие. М.- СПб.: Издательство АСВ; СПб. гос. архит.-строит. ун-т, 2007.- 160 с.
5. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. Томск: Нортхэмптон, 2004.- 473с.
6. Справочник геотехника. Основания, фундаменты, подземные сооружения / Под общей ред. В. А. Ильичёва и Р. А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
7. Шапиро Д. М. Нелинейная механика грунтов: учеб. пособие / Воронежский ГАСУ. – Воронеж: 2016. – 123 с.

8.1.3 Периодические издания

1. Основания, фундаменты и механика грунтов (научно-теоретический журнал).
2. «Строительная механика и конструкции» (научный журнал, ВГТУ)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Консультирование посредством электронной почты, Skype, WhatsApp, Viber.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
4. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyy-katalog/> Электронный каталог Научной Библиотеки ВГТУ.
5. <http://cchgeu.ru/education/cafedras/kafsm/> Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
6. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.
7. <https://картанауки.рф/>.
8. dwg.ru. Сайт проектировщиков, инженеров, конструкторов.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована, как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран или интерактивная доска, Notebook или другой ПК).
2.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие вычислительной техники из расчёта один ПК на одного студента.
3.	Аудитория для практических занятий	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, ноутбук или другой ПК с процессором не ниже 1,2 ГГц).

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

В наличии имеется специализированная аудитория (Лаборатория вычислительной техники кафедры строительной механики [ауд. 2121]), оборудованная интерактивными технологиями представления видеоматериала при проведении лекционных и практических занятий, а также для выполнения расчетно-графических работ и проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.

Лаборатория вычислительной техники оснащена: видеопроектором, интерактивной доской, 12 персональными компьютерами, лазерным и матричным принтерами, специализированной учебной мебелью.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Расчёт и проектирование фундаментов в сложных геологических условиях» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета в области современной механики грунтов, расчётов и конструирования при проектировании геотехнических объектов (фундаментов, несущих и ограждающих конструкций в грунтах, грунтовых сооружений и природных грунтовых массивов) в сложных геологических условиях.

Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка

	конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.