

**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. /

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

**Программа Проектирование, расчет и изготовление строительных
сооружений и их элементов**

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

Заведующий кафедрой
Строительной механики

Руководитель ОПОП

А. В. Агарков

В. А. Козлов

В. А. Козлов

Воронеж 2025

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 «Расчет 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 «Расчет и проектирование фундаментов в сложных геологических условиях» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способность применять методы проектирования, учитывая расчетные обоснования, с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов

ПК-3 - Способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
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
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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчет 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)	52	52
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа	83	83
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	45	45

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	Всего, час
1	Физические характеристики, классификация грунтов. Строение оснований. Понятие о сложных инженерно-геологических условиях	<p>Значение физических характеристик для расчётов прочности и деформирования оснований. Характеристики пористости, плотности, влажности грунтов. Число пластичности и показатели консистенции глинистых грунтов.</p> <p>Классификация грунтов (песчаные и глинистые грунты: супеси, суглинки, глины). Скальные и полускальные грунты.</p> <p>Механические характеристики грунтов. О связи физических и механических характеристик. Нормативные и расчётные характеристики грунтов. Расчётные сопротивления оснований.</p> <p>Геологическое строение оснований. Инженерно-геологические элементы. Геолог литологический разрез.</p> <p>Особые виды грунтов: мёрзлые, вечномёрзлые, просадочные, набухающие грунты. Понятие о слабых основаниях. Торф и заторфованные грунты. Карст.</p> <p>Насыпные грунты. Антропогенные напластования, в том числе образованные гидронамывом.</p> <p>Общая характеристика территорий с неблагоприятными для строительства геологическими условиями.</p>	2	2	3	7
2	Закон Кулона. Условия предельного напряжённого состояния грунтов (плоская и пространственная задачи)	<p>Записи закона Кулона и их графическая форма.</p> <p>Метод лабораторного определения сопротивления грунтов срезу.</p> <p>Трехчленная формула Н. Н. Маслова сопротивляемости сдвигу глинистых грунтов.</p> <p>Предельное напряжённое состояние грунта. Плоская деформация. Пространственная задача</p> <p>Испытание грунта методом трёхосного сжатия.</p> <p>Задача о подпорной стенке как пример практического использования закона Кулона. Понятия о предельном равновесии и предельном напряженном состоянии. Разложение тензора напряжений в элементарном объеме грунта на всестороннее сжатие (шаровой тензор) и девиатор. Инварианты тензора и девиатора</p>	2	4	5	11

		напряжений. Условия предельного напряженного состояния по Мору-Кулону и Мизесу-Шлейхеру-Боткину (уравнения и их графическая форма)				
3	Зависимость между напряжениями, перемещениями и деформациями грунтов. Виды физической нелинейности грунтов	<p>Напряженно-деформированное состояние в точке. Обобщенный закон Гука, его записи и приложение к грунтам и геоматериалам.</p> <p>Фазы напряженного состояния грунтов по Н.А. Цытовичу. Диаграмма Прандтля.</p> <p>Пластическое формоизменение, дилатансия и их математическое описание применительно к грунтам.</p> <p>Ассоциированный и неассоциированный законы течения. Скорости и векторы пластических деформаций.</p> <p>О сопротивлении грунтов растяжению.</p> <p>Виды физической нелинейности грунтов. Структурная схема.</p> <p>Графическое описание физически возможного НДС грунта в точке.</p>	2	4	5	11
4	Расчётные модели геотехнических объектов	<p>Деление математических моделей грунтов на теорию линейного деформирования и теории жесткопластичности. Краткая характеристика обеих теорий.</p> <p>Метод коэффициента постели, его практическое значение при расчётах фундаментов и реализация средствами МКЭ.</p> <p>Понятие об упругопластической модели грунта и областях ее практического использования.</p> <p>Предельные состояния (ПС) и 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).</p>	2	0	5	7
5	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.1 Задачи Фламана и Буссинеска и их практические приложения. Линейные расчёты оснований фундаментов мелкого заложения	<p>Задачи о ленточном и плитном фундаментах мелкого заложения. Решения задач Фламана и Буссинеска и их практические приложения. Метод угловых точек.</p> <p>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.</p>	2	10	25	37
6	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.2 Задачи о давлении грунта на подпорные	<p>Расчёт грунтовых оснований по несущей способности. Задачи о давлении грунта на подпорную стенку. Расчёт активного давления на основе уравнения Мора-Кулона</p>	2	2	5	9

	стенки					
7	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.3 Расчёт свайных фундаментов на совместное восприятие горизонтальной, вертикальной и моментной нагрузки	Задача о расчёте сваи на вертикальную горизонтальную и моментную нагрузку и её практическое значение (метод К. С. Завриева). Расчёт свайного фундамента средствами МКЭ Расчёты свайных фундаментов по предельным состояниям	2	8	20	30
8.	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.4 Задачи о расчёте устойчивости откосов 5.5 Задачи о предельных нагрузках на основания фундаментов мелкого заложения	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. Задачи о предельных нагрузках на основания фундаментов мелкого заложения Решение Л. Прандтля. Решение К. Терцаги. Решения В. Г. Березанцева. Решение В. В. Соколовского	2	4	10	16
9	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	0	5	7
Итого			18	34	83	135

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 и областей разрушения при расчете фундамента мелко 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-3	знать современные методики подготовки планов и программ проведения научных исследований и разработок	знание современные методики 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
ПК-2	знать современные методики разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием	знание 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

	систем автоматизированного проектирования			
	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

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 компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
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	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	результаты готовить задания для исполнителей,			ответ во всех задачах		
	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
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 объектов, в том числе с использованием систем 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 практическими приемами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием	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

	систем автоматизированн ого проектирования					
--	-----------------------------------------------------	--	--	--	--	--

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

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

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

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

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

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

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. $p \leq s_{zg,0}$

Б. $s_{zg,0} \leq p$

В. $p \leq s_{zp,0}$

Г. $p \leq s_{zp}$

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

А. $s_{zp} = 0.5 s_{zg}$

Б. $s_{zp} = 0.2 s_{zg}$

В. $s_{zp} = 0.5 s_{zg,0}$

Г. $s_{zp} = 0.5 s_{zg,0}$

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
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)
Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)
Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 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 сваи 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.

7.2.6. 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-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
2	Закон Кулона. Условия предельного напряжённого состояния грунтов (плоская и пространственная задачи)	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
3	Зависимость между напряжениями, перемещениями и деформациями грунтов. Виды физической нелинейности грунтов	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
4	Расчётные модели геотехнических объектов	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
5	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.1 Задачи Фламана и Буссинеска и их практические приложения. Линейные расчёты оснований фундаментов мелкого заложения	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
6	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.2 Задачи о давлении грунта на подпорные стенки	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
7	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.3 Расчёт свайных фундаментов на совместное восприятие горизонтальной, вертикальной и моментной нагрузки	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен
8.	Классические прикладные задачи механики грунтов (постановка и решения) 5.4 Задачи о расчёте устойчивости откосов 5.5 Задачи о предельных нагрузках на основания фундаментов мелкого заложения	ПК-3, ПК-2	Выполнение и защита курсового проекта, экзамен

9	Реконструкция и усиление фундаментов. Проектирование и устройство фундаментов реконструируемых зданий. Практические примеры решения задач геомеханики в современном проектировании	ПК-3, ПК-2	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 численным 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, telegram.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. <http://www.cchgeu.ru>. Учебный портал ВГТУ.
4. <http://cchgeu.ru/university/library/elektronnyu-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;

	<ul style="list-style-type: none"> - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>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.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП