

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчетные характеристики грунтов: методы определения и применение в проектировании

Автор-составитель: Мирный А.Ю.

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология

Магистерская программа
Инженерная геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Расчетные характеристики грунтов: методы определения и применение в проектировании» является подготовка будущего магистра к производственной деятельности в области инженерно-геологических изысканий для строительства, обеспечения проектирования необходимыми нормативными и расчетными параметрами грунтов основания.

Задачи - освоение метода предельных состояний, основных принципов обеспечения надежности и безопасности проектирования путем использования расчетных значений механических параметров, знакомство с нормативными методами и средствами определения расчетных характеристик грунтов.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Освоение курса начинается с основ метода предельных состояний, принятого в качестве основного проектного подхода в Российской Федерации. Обучающиеся знакомятся с определяющими нормативными техническими документами, принципами обеспечения надежности и безопасности строительного проектирования, ролью расчетных характеристик грунтов. Разъясняются понятия коэффициентов надежности и их значение. Дальнейший курс строится на поступательном изложении методов расчета оснований по предельным состояниям, описанных в действующих нормативных технических документах. По каждому методу приводятся теоретические основы (теория предельного равновесия, теория линейно-деформируемого полупространства), список необходимых параметров для выполнения расчета и основные методы определения этих параметров, как полевые, так и лабораторные. В курсе дисциплины рассматриваются следующие группы расчетов и параметров:

- параметры начального напряженного состояния в массиве грунта;
- первое предельное состояние и параметры сопротивления сдвигу, методы расчета устойчивости;
- второе предельное состояние и параметры деформируемости, методы расчета осадок и кренов;
- особые предельные состояния в нестабилизированных основаниях, расчет осадки во времени;
- дополнительные подходы к проектированию, применяемые для оснований, сложенных скальными и крупнообломочными грунтами;
- расчеты в условиях динамического нагружения оснований.

Кроме того, в каждой теме уделяется внимание принципам статистической обработки результатов определения параметров.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

освоение дисциплин «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение», «Инженерная геология, часть 2. Инженерная геодинамика», «Высшая математика», «Механика грунтов», «Методы исследования грунтов в массиве», «Инженерные сооружения».

Дисциплина желательна в качестве предшествующей для дисциплины «Современные нелинейные модели деформирования и разрушения грунтов». Приобретенные знания, умения и навыки при освоении данной дисциплины могут быть востребованы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы и выпускных квалификационных работ.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции	Индикаторы	Планируемые результаты
-------------	------------	------------------------

выпускников (коды)	(показатели) достижения компетенций	обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>ОПК-2.М. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.</p>	<p>М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: основы метода предельных состояний, Уметь: определять необходимые для проектирования расчетные параметры грунтов основания</p>
<p>ОПК-7.М. Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.</p>	<p>М.ОПК-7. И-1. Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по профилю подготовки. М.ОПК-7. И-2. Анализирует варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат. М.ОПК-7. И-3. Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием, применяемым в работах по профилю подготовки.</p>	<p>Уметь: выбирать оптимальные методы определения расчетных параметров грунтов основания, Владеть: полевыми и лабораторными методами определения расчетных параметров грунтов, используемых при проектировании.</p>
<p>СПК-3.М (2) Способность анализировать, обобщать и систематизировать результаты инженерно-геологических исследований и изысканий в соответствии с поставленными задачами и действующими нормативными документами.</p>	<p>М.СПК-3. И-1. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных в области инженерной геологии М.СПК-3. И-2. Знает и умеет применять действующие нормативные документы для анализа и обобщения результатов инженерно-геологических исследований и изысканий</p>	<p>Знать: принципы обеспечения надежности и безопасности при проектировании, методы расчета оснований по предельным состояниям. Уметь: ориентироваться в нормативных документах по проектированию оснований сооружений.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **2 з.е.**, в том числе **26** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (**26** а.ч. лекции), **46** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Основы метода предельных состояний	12	4	4	6	2	8
Раздел 2. Исходное напряженно-деформированное состояние	12	4	4	6	2	8
Раздел 3. Первое предельное состояние и методы определения параметров прочности	12	4	4	6	2	8
Раздел 4. Второе предельное состояние и методы определения параметров деформируемости	14	6	6	6	2	8
Раздел 5. Расчет нестабилизированных оснований	12	4	4	6	2	8
Раздел 6. Особые расчетные случаи	10	4	4	4	2	6
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						
Итого	72		26		46	

Содержание лекций

Раздел 1. Основы метода предельных состояний

Основные принципы проектирования в Российской Федерации, метод предельных состояний как система управления рисками, позволяющая обеспечивать надежность и безопасность эксплуатации сооружений с минимальными экономическими затратами.. Обеспечение надежности и безопасности проектирования. Четыре группы коэффициенты надежности, выбор их величин. Понятие о нормативных и расчетных значениях характеристики грунтов оснований и их влиянии на дальнейшее проектирование.

Раздел 2. Исходное напряженно-деформированное состояние

Компоненты исходного напряженно-деформированного состояния: вертикальное и горизонтальное бытовое давление, поровое давление. Различные методики расчета вертикальных напряжений в массиве грунта. Состояние переуплотнения, влияние переуплотнения на распределение напряжений. Коэффициент бокового давления в состоянии покоя и его изменение при переуплотнении. Полевые и лабораторные методы определения параметров исходного напряженно-деформированного состояния. Обоснование необходимости учета исходного напряженно-деформированного состояния при проектировании оснований.

Раздел 3. Первое предельное состояние и методы определения параметров прочности

Теория предельного равновесия и общий методический подход к расчетам устойчивости. Группы задач, требующих обязательной проверки первого предельного состояния: сооружения с горизонтальными составляющими нагрузки, свайные фундаменты, задачи устойчивости откосов и склонов. Использование расчетных параметров сопротивления сдвигу при расчетах. Методы определения параметров сопротивления сдвигу в зависимости от режима дренирования основания в лабораторных условиях. Полевые методы определения параметров сопротивления сдвигу. Особенности статистической обработки результатов определения угла внутреннего трения и сцепления.

Раздел 4. Второе предельное состояние и методы определения параметров деформируемости

Теория линейно-деформируемого полупространства и методы расчета осадок оснований. Виды деформаций оснований сооружений. Особенности применения решений теории упругости для задач механики грунтов. Границы применимости теории линейно-деформируемого полупространства: понятие о расчетном сопротивлении грунта. Полевые и лабораторные методы определения параметров деформируемости, принципы определения расчетных значений. Достоверность различных методов определения параметров деформируемости, выбор методов в зависимости от класса сооружения.

Раздел 5. Расчет нестабилизированных оснований

Параметры нестабилизированных оснований, используемые при проектировании. Группы задач, требующие обязательного учета возможного развития порового давления и длительности протекания осадок. Методы расчета осадки во времени, теория фильтрационной консолидации, ее преимущества и недостатки. Принципы учета ползучести. Методы определения параметров первичной и вторичной консолидации в ходе испытаний компрессионного сжатия, интерпретация результатов испытаний. Повышение качества определения параметров консолидации.

Раздел 6. Особые расчетные случаи

Расчеты оснований, сложенных крупнообломочными и скальными грунтами, методы определения их свойств лабораторными и полевыми методами. Расчетные характеристики скальных грунтов. Эмпирические методы проектирования: методика ДальНИИС. Расчеты оснований в условиях динамического воздействия, определение динамических параметров грунтов в специализированном лабораторном оборудовании. Оценка необходимости учета динамического воздействия и определение его параметров при проведении изысканий.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при контрольных опросах.

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Понятие о нагрузках, воздействиях, результатах воздействия.
2. Использование коэффициентов надежности при расчете несущей способности основания.
3. Основные категории сооружений, требующих проверки первой группы предельных состояний.
4. Основные категории сооружений, требующих проверки второй группы предельных состояний.
5. Бытовое вертикальное и горизонтальное давление в основании - методы определения.
6. Природное поровое давление - методы определения.
7. Определение параметров переуплотнения.
8. Параметры грунтов, используемые в теории предельного равновесия.
9. Понятие о расчетном сопротивлении грунта.
10. Понятие об активном и пассивном давлении.
11. Лабораторные методы определения параметров прочности (сопротивления сдвигу).
12. Статистическая обработка параметров сопротивления сдвигу.
13. Сопротивление недренированному сдвигу. Область применения, методы определения.
14. Виды деформаций оснований.
15. Метод расчета осадок основания послойным суммированием.
16. Компрессионное сжатие – определяемые параметры, условия применимости, принцип обработки результатов.
17. Трехосное сжатие – определяемые параметры, условия применимости, принцип обработки результатов.
18. Полевые методы определения параметров деформируемости – условия применимости.
19. Расчет нестабилизированных оснований – необходимые параметры и методы их определения, принципы расчета.
20. Особенности расчета оснований, сложенных крупнообломочными грунтами – принципы расчета, методы определения параметров. Методика ДальНИИС.
21. Методы определения динамических параметров грунтов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации (экзамене):

1. Нагрузки, воздействия, результаты воздействий, несущая способность. Понятие долговечности, принципы обеспечения безаварийной работы сооружений.
2. Первая группа предельных состояний: определение, состав, примеры.
3. Вторая группа предельных состояний: определение, состав, примеры.
4. Обеспечение надежности при проектировании. 4 типа коэффициентов надежности в методе предельных состояний.
5. Необходимые для проектирования компоненты исходного (природного) напряженного состояния и методы их определения.
6. Теория предельного равновесия. Основные положения, ограничения применимости.
7. Понятие о начальной и предельной критических нагрузках. Расчетное сопротивление грунта. Расчетные параметры, необходимые для их определения.

8. Понятие об активном и пассивном давлении. Расчетные параметры, необходимые для их определения.
9. Сваи-стойки, висячие сваи, принципы расчета несущей способности, необходимые расчетные параметры.
10. Методы определения параметров прочности (сопротивления сдвигу): возможности, преимущества и недостатки. Принцип статистической обработки.
11. Сопротивление недренированному сдвигу. Область применения, методы определения.
12. Виды деформаций оснований, проверка второго предельного состояния.
13. Методы расчета осадок оснований. Основные гипотезы, практические методы. Границы применимости.
14. Расчетные параметры деформируемости, методы их определения, принцип статистической обработки.
15. Компрессионное сжатие – определяемые параметры, условия применимости, принцип обработки результатов.
16. Трехосное сжатие – определяемые параметры, условия применимости, принцип обработки результатов.
17. Полевые методы определения параметров деформируемости – условия применимости.
18. Расчет нестабилизированных оснований – необходимые параметры и методы их определения, принципы расчета.
19. Особенности расчета оснований, сложенных крупнообломочными грунтами – принципы расчета, методы определения параметров. Методика ДальНИИС.
20. Расчетные значения параметров скальных грунтов.
21. Расчетные значения параметров грунтов при динамическом воздействии

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания (устный опрос) основы метода предельных состояний, принципы обеспечения надежности и безопасности при проектировании, методы расчета оснований по предельным состояниям.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания: представление об основах метода с принципиальными неточностями в определении основных терминов	Общие, но не структурированные знания: представление об основных принципах метода с неточностями в определении второстепенных терминов	Систематические знания о методе предельных состояний и принципах его применения к расчету оснований сооружений различных классов.
Умения (устный опрос) определять необходимые для	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение,	Успешное умение выделять необходимые и достаточные

проектированы расчетные параметры грунтов основания и выбирать оптимальные методы их определения, ориентироваться в нормативных документах по проектированию оснований сооружений.		неточности, приводящие к снижению запаса надежности.	требующее использования нормативных документов в качестве справочной литературы. Неточности не приводят к снижению запаса надежности.	расчетные параметры грунтов и отражать их определение в программе изысканий.
Навыки владения (устный опрос) полевыми и лабораторным и методами определения расчетных параметров грунтов, используемых при проектировании.	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методами определения расчетных характеристик, наличие отдельных навыков, не позволяющих полностью решить поставленную задачу.	В целом сформированные навыки, требующие использования нормативных документов в качестве справочной литературы.	Свободное владение и использование любых методов, отраженных в действующих нормативных документах.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

- ГОСТ 27751-2014. «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения». М.: Стандартинформ, 2015. 14 с. (доступно в библиотеке МГУ и в электронном виде в кафедральном фонде)
- Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов: состояние вопроса // Пенза: ПГУАС, 2008. 696 с. (доступно в библиотеке МГУ и в электронном виде в кафедральном фонде)

- дополнительная литература:

- ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний». М.: Стандартинформ, 2013. 16 с.
- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». М.: Минстрой, 2016. 80 с.
- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». М.: Минстрой России, 2016. 220 с.
- СП 23.13330.2018 «Основания гидротехнических сооружений» М.: Минстрой России, 2018. 117 с.
- СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты». М., 2011. 86 с.
- СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». М.: Минстрой России, 2016. 160 с.

7. СП 446.1325800.2018 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ». М.: Минстрой России, 2019. 139 с.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

лицензионное программное обеспечение не требуется

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Мирный Анатолий Юрьевич (доцент кафедры инженерной и экологической геологии).

11. Разработчики программы: Мирный Анатолий Юрьевич (доцент кафедры инженерной и экологической геологии).