

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана Геологического
факультета

Член-корр. РАН

_____/Н.Н. Еремин/

«___» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальная динамика грунтов

Автор-составитель: Вознесенский Е.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура (ИМ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

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

Цель – Дисциплина «Экспериментальная динамика грунтов» должна обеспечить подготовку магистров геологии в области динамики грунтов для понимания особенностей проектирования сооружений в условиях динамических нагрузок разного происхождения с учетом особенностей для территорий мегаполисов.

Задачи: Основными задачами курса являются ознакомление магистрантов с современными методами экспериментальной оценки динамических свойств грунтов с целью их учета при проектировании сооружений в условиях динамических нагрузок от землетрясений, транспорта, работы промышленного и строительного оборудования, ветровых и штормовых воздействий.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс направлен на углубленное изучение вопросов методики и методов экспериментального изучения поведения грунтов в условиях динамических воздействий для их учета при проектировании сооружений. Рассмотрены возможности и ограничения методов динамического трехосного сжатия, динамического простого сдвига, малоамплитудных динамических испытаний на резонансных колонках, метод динамического крутильного сдвига, а также акустические испытания миниатюрными пьезоэлементами при заданном напряженном состоянии образца.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплины по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины: «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение», «Инженерные сооружения», «Механика грунтов», «Методы исследования грунтов в массиве», «Инженерно-геологические расчеты и моделирование», «Основы методики инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических исследований», «Динамика грунтов».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-3.М. Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач. (формируется частично).	М.ОПК-3. И-1. Определяет цель, задачи, обосновывает актуальность и разрабатывает логическую схему проекта в профессиональной области. М.ОПК-3. И-2. Формулирует методику решения исследовательских задач на основе классических подходов и инновационных идей геологических и	Знать: закономерности возникновения распространения волн напряжений в массиве; Уметь: определять возможные проблемы возведения тех или иных типов инженерных сооружений в заданных инженерно-геологических условиях при действии дополнительных и полезных динамических нагрузок; Владеть: информацией о динамических характеристиках волн напряжений разного типа.

	смежных наук. М-ОПК-3.1. И-3. Обладает навыком использования нормативных документов в сфере инженерных изысканий для строительства в профессиональной деятельности	
ПК-2.М. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;	М.ПК-2. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. М.ПК-2. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов.	Знать: методы определения показателей динамических свойств грунтов в полевых и лабораторных условиях с применением современных методик и аппаратуры; Уметь: корректно применять современные методы динамических испытаний грунтов, Владеть: информацией о возможностях современных методов изменения динамической чувствительности грунтов оснований.
СПК-3.М(2). Способен анализировать, обобщать и систематизировать результаты инженерно-геологических исследований и изысканий в соответствии с поставленными задачами и действующими нормативными документами (формируется частично).	М-СПК-3.1. Владеет навыками систематизации и интерпретации экспериментальных данных в области динамики грунтов	Знать: основные подходы к проектированию оснований сооружений в условиях динамических воздействий; специфику вибрационного поля крупных городов. Уметь: экспериментально определять характеристики динамических свойств грунтов с использованием современной аппаратуры. Владеть: сведениями о формах проявления динамической неустойчивости разными грунтами.

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе 56 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 42 часа – практические занятия). 16 академических часов на самостоятельную работу обучающихся, из них 10 часов – подготовка к промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

5. Формат обучения – лекционные и практические занятия. Электронное обучение и использование дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.) не предполагается.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических 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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося Виды самостоятельной работы, часы		
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой	Всего
Современные лабораторные методы динамических испытаний грунтов и физических моделей. Обзор вопроса	4	1	3	4			
Современные лабораторные методы динамических испытаний грунтов и физических моделей. Обзор вопроса	6	1	3	4		2	2
Современные расчетные модели грунтов, учитывающие их динамические характеристики	6	1	3	4		2	2
Отечественная нормативно-методическая база определения показателей динамических свойств грунтов.	6	1	3	4		2	2
Зарубежная нормативно-методическая база определения показателей динамических свойств грунтов. Возможности и опыт применения	6	1	3	4		2	2
Метод динамического трехосного сжатия: возможности применения, ограничения, определяемые показатели	10	2	6	8	2		2
Метод динамического простого сдвига: возможности применения, ограничения, определяемые показатели	6	1	3	4	2		2
Метод малоамплитудных динамических испытаний на резонансных колонках: возможности применения, ограничения, определяемые показатели	10	2	6	8	2		2

Метод динамического крутильного сдвига: возможности применения, ограничения, определяемые показатели	4	1	3	4			
Акустические исследования динамических характеристик грунтов в условиях трехосного сжатия	4	1	3	4			
Методические вопросы корректной симуляции реальных динамических нагрузок в лабораторном эксперименте	6	1	3	4		2	2
Основные тенденции развития экспериментального изучения динамических свойств грунтов	4	1	3	4			
Промежуточная аттестация - экзамен							
Итого	72		56			16	

*Текущий контроль успеваемости (тестовые опросы) проводятся в рамках практических занятий

Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекционных занятий

Современные лабораторные методы динамических испытаний грунтов и физических моделей. Обзор вопроса

Основные показатели, определяемые при динамических испытаниях грунтов.

Современные лабораторные методы динамических испытаний грунтов и физических моделей. Обзор вопроса

Отечественная нормативно-методическая база определения показателей динамических свойств грунтов. Зарубежная нормативно-методическая база определения показателей динамических свойств грунтов. Возможности и опыт применения в России.

Метод динамического трехосного сжатия: возможности применения, ограничения, определяемые показатели. Типы стабилометров по измеряемым показателям и системам нагружения, их преимущества и недостатки. Факторы, связанные с особенностями процедуры подготовки и проведения эксперимента, влияющие на деформируемость и прочность грунта в трехосных испытаниях, их основные характеристики.

Аппаратура и концепция динамических испытаний по схеме простого сдвига. Принципы действия, преимущества и недостатки существующих приборов динамического простого сдвига.

Определение динамических свойств грунтов испытаниями на резонансных колонках. Типы резонансных колонок, определяемые показатели.

Метод динамических испытаний в режиме крутильных сдвиговых колебаний. Преимущества и недостатки существующих модификаций аппаратов крутильного сдвига.

Динамические характеристики грунтов, определяемые лабораторными акустическими методами. Акустические исследования динамических характеристик грунтов в условиях трехосного сжатия.

Методические вопросы корректной симуляции реальных динамических нагрузок в лабораторном эксперименте. Основные тенденции развития экспериментального изучения динамических свойств грунтов.

Содержание практических занятий

1. Подготовка образцов дисперсных грунтов для динамических испытаний.
2. Оценка разжижаемости песков в условиях динамического трехосного сжатия
3. Изучение виброползучести грунтов в условиях динамического трехосного сжатия.
4. Определение динамического модуля деформации и поглощения грунтов в условиях динамического трехосного сжатия.
5. Определение динамической прочности песчаных грунтов при динамическом простом сдвиге.
6. Построение контурных диаграмм циклической устойчивости грунтов по данным динамического трехосного сжатия и динамического простого сдвига.
7. Определение динамического модуля сдвига и коэффициента поглощения глинистого грунта при малоамплитудных динамических испытаниях на резонансной колонке.
8. Анализ изменений динамического модуля сдвига и коэффициента поглощения глинистого грунта с ростом сдвиговой деформации по данным при малоамплитудных динамических испытаниях на резонансной колонке.
9. Анализ изменений динамического модуля сдвига и коэффициента поглощения песчаного грунта с ростом сдвиговой деформации по данным при малоамплитудных динамических испытаниях на резонансной колонке.
10. Определение параметров модели HSSmall для песчаного и глинистого грунта..
11. Испытания глинистого грунта в условиях динамического крутильного сдвига. Расчет динамического модуля сдвига и коэффициента поглощения, сопоставление с данными испытаний на резонансной колонке.
12. Акустические измерения в условиях трехосного сжатия миниатюрными изгибными элементами (бендерами). Интерпретация наблюдаемой волновой картины.
13. Оценка динамической прочности песков в условиях динамического трехосного сжатия.

14. Оценка влияния сжимающих напряжений и пористости на динамическую реакцию водонасыщенного песка.

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 сдаче каждым студентом выполненных практических работ. Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся тестовые опросы.

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

Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации:

1. Динамическая неустойчивость грунтов – понятие и предмет исследований.
2. Основные виды динамических нагрузок и их параметрические особенности.
3. Динамическое трехосное сжатие: назначение, возможности.
4. Малоамплитудные динамические испытания на резонансных колонках.
5. Динамические испытания по схеме простого сдвига.
6. Динамический крутильный сдвиг – назначение, возможности.
7. Лабораторные акустические методы.
8. Характерные формы реакции песчаных грунтов на динамические нагрузки.
9. Динамическая прочность несвязных грунтов и факторы, её определяющие.
10. Нормативно-методическая база динамических лабораторных испытаний грунтов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: закономерности возникновения распространения волн напряжений в массиве; методы определения показателей динамических свойств грунтов в полевых и лабораторных условиях с применением современных методик и аппаратуры; основные подходы к проектированию оснований сооружений в условиях динамических воздействий; специфику вибрационного поля крупных городов	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: определять возможные проблемы возведения	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не	В целом успешное умение	Успешное умение определять

тех или иных типов инженерных сооружений в заданных инженерно-геологических условиях (ИГУ) при действии дополнительных и полезных динамических нагрузок, экспериментально определять характеристики динамических свойств грунтов с использованием современной аппаратуры.		систематическое умение, допускает неточности непринципального характера	определять проблемы при возведении тех или иных типов сооружений в определенных ИГУ при действии различных динамических нагрузок, но содержащее отдельные пробелы, а также умение экспериментально определять показатели динамических свойств грунтов	проблемы при возведении тех или иных типов инженерных сооружений в определенных ИГУ при действии различных динамических нагрузок и экспериментально определять показатели динамических свойств грунтов
Владение: информацией о возможностях применения адекватных методов изменения динамической чувствительности грунтов оснований	Не владеет соответствующей информацией	Фрагментарное владение информацией	В целом владеет соответствующей информацией	Успешное владение соответствующей информацией

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

а) основная литература

1. Вознесенский Е.А. Динамическая неустойчивость грунтов. М.: Ленанд, 2014. 263 с. (есть в Библиотеке МГУ)
2. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1997. 288 с. (есть в Библиотеке МГУ)
3. Вознесенский Е.А., Коваленко В.Г., Кушнарера Е.С., Фуникова В.В. Разжижение грунтов при циклических нагрузках. М.: Изд-во МГУ, 2005. 134 с. (есть в кафедральном фонде)
4. ГОСТ Р 56353-2015. Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов. (есть в кафедральном фонде)
5. Ишихара К. Поведение грунтов при землетрясениях. Пер с англ. / Под ред. А.Б. Фадеева, М.Б. Лисюка / СПб.: НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект». 2006. 384 с. (есть в Библиотеке МГУ)
6. Красников Н.Д. Динамические свойства грунтов и методы их определения. Л.: Стройиздат. 1970. 239 с.
7. Кригер Н.И., Кожевников А.Д., Миндель И.Г. Сейсмические свойства дисперсных пород (сейсмолитологический подход). М.: ИНЖЕКО. 1994. 195 с.
8. Casagrande A. Liquefaction and cyclic deformation of sands. A critical review // Lecture at 5th Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Buenos Aires. 1975. V.V. P. 80-133.

9. Seed H.B., Lee K.L. Liquefaction of saturated sands during cyclic loading // Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE. 1966. V.92, № SM6. P.105-134.
10. Youd T.L., Idriss I.M., Andrus R.D., Arango I., Castro G., Christian J.T., Dobry R., Finn W.D.L., Harder L.F., Jr., Hynes M.E., Ishihara K., Koester J.P., Liao S.S.C., Marcuson W.F., III, Martin G.R., Mitchell J.K., Moriwaki Y., Power M.S., Robertson P.K., Seed R.B., Stokoe K.H., II. Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER

б) дополнительная литература

1. Вознесенский Е.А., Калачев В.Я., Трофимов В.Т., Коваленко В.Г. Квазитиксотропные изменения в глинистых грунтах. М.: Изд-во МГУ.1990. 143 с. (есть в кафедральном фонде).
2. Вознесенский Е.А., Фуникова В.В. Оценка динамической устойчивости песчаных грунтов при неполном водонасыщении // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2002. № 5. С. 2- 8.
3. Иванов П.Л. Уплотнение малосвязных грунтов взрывами. М.: Недра. 1983. 230 с. (есть в кафедральном фонде)
4. Осипов В.И. Динамическое разжижение водонасыщенных грунтов: природа и факторы его определяющие (научный обзор) // Инженерная геология. 1988. № 2. С. 3-31.
5. Drnevich V.P. Recent developments in resonant column testing. Richart Commemorative Lectures, Proceedings of a session sponsored by the Geotechnical Engineering Division in conjunction with the ACSE Convention in Detroit. 1985. P. 79-107.
6. Roscoe K.H. The influence of strains in soil mechanics. 10th Rankine Lecture // Geotechnique. 1970. V.20. №2. 129-170.

Д) Материально-техническое обеспечение: помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся. Лаборатория с подведенной водой; оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет; воздушный компрессор, вакуумный насос, установка динамического трехосного сжатия, резонансная колонка, установка динамического крутильного сдвига, установка динамического простого сдвига, акустическая система изгибных элементов для камеры трехосного сжатия, весы, форма и поворотный столик для подготовки образцов нарушенного и ненарушенного сложения.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Вознесенский Евгений Арнольдович (профессор кафедры инженерной и экологической геологии)

11. Разработчик программы

МГУ имени М.В. Ломоносова
 Геологический факультет
 Кафедра инженерной и экологической
 геологии

Профессор

Е.А. Вознесенский

Рабочий телефон (495) 939-12-29, e-mail: eugene@geol.msu.ru