

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_ /Д.Ю.Пушаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Дополнительные главы механики грунтов**

Автор-составитель:

Широков В.Н.

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура (ИМ)*

**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*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© 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**

Дисциплина «Дополнительные главы механики грунтов» посвящена углублённому изучению лабораторных методов определения параметров деформируемости и прочности дисперсных грунтов.

**Цель** – освоение студентами современного оборудования и методик, используемых для определения показателей деформационных и прочностных свойств дисперсных грунтов.

**Задачи:** углублённое изучение методики выполнения экспериментов (одноосное и трёхосное сжатие, компрессия и срез), исследование влияния состава и состояния грунтов, а также методики выполнения экспериментов на величины показателей деформируемости и прочности.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательная дисциплина, курс – I, семестр – 1.

2. **Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** освоение дисциплин: «Физика», «Уравнения математической физики», «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение», «Механика грунтов», «Методы исследования грунтов в массиве», параллельно читается курс «Инженерно-геологические расчёты и моделирование».

3. **Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины (модуля):

ОПК-3.М. Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.

ОПК-8.М. Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.

ПК-3.М. Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

ПК-4.М. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

ПК-8.М. Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с профилем подготовки.

ПК-9.М. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

СПК-3.М. Способность анализировать, обобщать и систематизировать результаты инженерно-геологических исследований и изысканий в соответствии с поставленными задачами и действующими нормативными документами.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**знать:** современные лабораторные методы и методики определения показателей деформируемости и прочности дисперсных грунтов, основные типы испытаний;

**уметь:** составлять программу испытаний и выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 12248-2010 эксперименты по определению показателей деформируемости и прочности на оборудовании, входящем в комплекс ИВК АСИС, интерпретировать результаты экспериментов с учётом особенностей состава и состояния грунтов, а также методики выполнения экспериментов;

**владеть:** информацией о методах и методиках лабораторного изучения дисперсных грунтов для получения их деформационных и прочностных характеристик.

**4. Формат обучения** – лабораторные работы.

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3 з.е., 108 академических часов**, в том числе: **56 академических часов**, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лабораторного типа). **52 академических часа** отведено на самостоятельную работу обучающихся, в том числе **7 часов** – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

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

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Курс посвящен освоению современных методов лабораторного изучения деформируемости и прочности дисперсных грунтов. В нём рассматриваются подходы к определению показателей прочности и деформируемости дисперсных грунтов, типы испытаний грунтов с учётом условий нагружения и траекторий напряжений. Особое внимание уделяется методам испытаний грунтов в условиях невозможности бокового расширения и осесимметричной деформации, а также методам прямого среза и одноосного сжатия. С целью приобретения практических навыков предусматривается использование комплекса ИВК АСИС для выполнения учебных задач по определению показателей деформируемости и прочности и исследованию влияния на их величины состава, строения и состояния грунтов, а так же условий испытаний.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе		Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		
		Занятия лабораторного типа	Всего	
Современные подходы к определению показателей деформируемости и прочности дисперсных грунтов. Типы испытаний грунтов: условия нагружения и траектории напряжений		8	8	Подготовка к практическим занятиям, 3 часа
Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения: компрессионные испытания и определение параметров консолидации		8	8	Подготовка к практическим занятиям и обработка результатов экспериментов, 4 часа
Испытания грунта в условиях прямого среза: статический и кинематический режимы нагружения		8	8	Подготовка к практическим занятиям и обработка результатов экспериментов, 4 часа

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе		Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		
		Занятия лабораторного типа	Всего	
Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации. Конструктивные особенности и особенности проведения испытаний с камерами типа «А» и «Б»		8	8	Подготовка к практическим занятиям и обработка результатов экспериментов, 4 часа
Испытания грунта в условиях одноосного сжатия: статический и кинематический режимы нагружения		8	8	Подготовка к практическим занятиям и обработка результатов экспериментов, 4 часа
Обсуждение монографии, посвящённой физико-механическим свойствам грунтов		8	8	Подготовка реферата монографии и доклада, 13 часов
Доклады / презентации по результатам изучения грунтов с использованием комплекса АСИС		8	8	Подготовка отчёта и доклада, 13 часов
Промежуточная аттестация - <i>зачёт</i>				7
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>56</b>		<b>52</b>

### Содержание разделов дисциплины:

1. Современные подходы к определению показателей прочности и деформируемости грунтов. Информационно-измерительные системы для испытания грунтов в лабораторных условиях. Автоматизированная система ИВК АСИС: характеристика и структурная схема, комплектация, интерфейс, общие принципы проведения испытаний. Программы Геотек АСИС и Геотек АСИСРепорт.

2. Механические испытания грунтов с целью определения их деформационных и прочностных свойств. Стандартные методы и методики, типы и виды испытаний. Условия нагружения образцов грунта. Траектории напряжений. Влияние граничных условий на результаты испытаний.

3. Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения. Сжатие и консолидация грунта. Начальное напряжённое состояние и давление предварительного уплотнения. Параметры, характеризующие деформируемость грунтов в условиях компрессии. Приборы для компрессионных испытаний. Испытания с измерением боковых напряжений, с постоянной скоростью нагружения и контролируемым градиентом.

*Лабораторная работа:* Определение параметров сжимаемости и консолидации глинистых грунтов по результатам компрессионных испытаний при различных схемах нагружения.

4. Испытания грунта в условиях прямого среза, простого сдвига и кольцевого среза. Виды испытаний и измеряемые параметры. Зависимость параметров прочности от скорости деформирования и условий нагружения образцов.

*Лабораторная работа:* Определение параметров прочности песчаных и глинистых грунтов различной влажности - плотности при кинематических и статических испытаниях на срез.

5. Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации. Конструктивные особенности приборов для испытаний грунта в условиях осесимметричной деформации. Методические аспекты трёхосных испытаний. Испытания образцов грунта различной степени водонасыщения.

*Лабораторная работа:* Определение параметров прочности и деформируемости грунтов при испытании на трехосное сжатие.

6. Испытания грунта в условиях одноосного сжатия. Сопротивление одноосному сжатию и недренированная прочность. Статическое и кинематическое нагружение образцов. Влияние параметров образца и режима испытаний на показатели деформируемости и прочности.

*Лабораторная работа:* Определение параметров прочности и деформируемости глинистых грунтов на одноосное сжатие в режимах заданных деформаций и заданных напряжений.

7. Обсуждение монографии, посвящённой изучению физико-механических свойств грунтов, и докладов / презентаций по итогам изучения физико-механических свойств грунтов с использованием приборов и оборудования ИВК АСИС.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

Основными формами организации учебного процесса являются лабораторные работы и самостоятельная работа студентов.

## **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 в ходе выполнения лабораторных работ и проверки результатов экспериментов в течение семестра в форме контрольных опросов, а также в ходе написания реферата и подготовки доклада.

#### ***Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости:***

1. Перечислите основные показатели, используемые для характеристики физико-механических свойств дисперсных грунтов.
2. Какие виды напряжённого состояния могут возникать в грунте в зависимости от условий нагружения?
3. Что представляет собой параметр Надаи – Лоде?
4. Как геометрически можно представить напряжённое состояние в пространстве главных напряжений?
5. Приведите пример влияния вида напряжённого состояния на показатели прочности грунтов.
6. Что такое «недренированная прочность» глинистых грунтов?
7. В каких случаях при испытаниях на срез наблюдается явление дилатансии?
8. Что представляют собой траектории напряжений?
9. Каково влияние граничных условий на результаты испытаний?
10. Опишите структурную схему ИВК АСИС.
11. Есть ли различие в понятиях «сжатие» и «консолидация» грунта?
12. Поясните содержание терминов «начальное напряжённое состояние» и «давление предварительного уплотнения».
13. В чём особенности проведения испытаний с измерением боковых напряжений, с постоянной скоростью нагружения и с контролируемым градиентом?
14. Назовите основные виды испытаний дисперсных грунтов с целью определения показателей прочности.
15. В чём особенности проведения испытаний на срез при статическом и кинематическом нагружении?

16. Перечислите основные этапы проведения неконсолидированно-недренированных испытаний в условиях осесимметричной деформации.
17. Опишите методику проведения консолидированно-дренированных испытаний в стабилометре.
18. Каково влияние параметров образца и режима испытаний на показатели деформируемости и прочности?
19. Что представляют собой испытания образцов грунта в условиях истинного трёхосного сжатия и в условиях плоской деформации?

***Рекомендуемые темы докладов / рефератов:***

1. Прочность и деформируемость грунтов: условия прочности, траектории напряжений, влияние вида напряженного состояния на прочностные свойства грунтов, поведение глинистого грунта в процессе деформирования.
2. Механические испытания грунтов с целью определения показателей прочностных и деформационных свойств: условия нагружения образцов грунта, типы испытаний, влияние граничных условий на результаты испытаний.
3. Информационно-измерительные системы для испытаний грунтов в лабораторных условиях.
4. Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения: компрессия и консолидация, применяемые приборы, методика испытаний грунтов.
5. Испытания грунта в условиях прямого среза, простого сдвига и кольцевого среза: влияние скорости деформации на результаты испытаний, зависимость параметров прочности от условий нагружения образцов грунта, приборы, применяемые при проведении испытаний.
6. Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации: способы создания и управления напряжениями на границах образца, конструкции приборов, методика испытаний, испытания не полностью водонасыщенных образцов.
7. Испытания грунта в условиях истинного трёхосного сжатия: устройства и методика проведения экспериментов.
8. Испытания грунта на кручение: устройства для испытания полых образцов и методика испытаний.
9. Испытания грунта в условиях плоской деформации: устройства, используемые для испытаний образцов грунта в условиях плоской деформации.
10. Испытания на растяжение.
11. Испытания грунтов в условиях одноосного сжатия: особенности испытаний глинистых и скальных грунтов.
12. Методы измерения деформаций и напряжений: измерение радиальной и осевой деформации, определение объёмной деформации; измерение порового давления.
13. Методы определения модулей деформации грунта: с использованием физических показателей, по результатам компрессионных и трёхосных испытаний, статическим и динамическим методами при малых деформациях.
14. Методы определения недренированной и дренированной прочности связных грунтов: прямой срез, одноосное и трёхосное сжатие.

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

***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Деформируемость дисперсных грунтов в условиях компрессии.
2. Консолидация глинистых грунтов.
3. Сопротивление дисперсных грунтов срезу.
4. Сопротивление дисперсных грунтов одноосному сжатию.
5. Поведение дисперсных грунтов в условиях осесимметричной деформации.
6. Определение параметров прочности дисперсных грунтов при срезе.
7. Определение параметров прочности дисперсных грунтов при одноосном сжатии.

8. Определение параметров деформируемости дисперсных грунтов при компрессионных испытаниях.
9. Определение параметров деформируемости дисперсных грунтов при трёхосных испытаниях.
10. Определение параметров прочности дисперсных грунтов при трёхосных испытаниях.
11. Испытания грунтов на срез с использованием комплекса АСИС.
12. Компрессионные испытания грунтов с использованием комплекса АСИС.
13. Испытания грунтов на одноосное сжатие с использованием комплекса АСИС.
14. Испытания грунтов на трёхосное сжатие с использованием комплекса АСИС.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	Незачет	Зачет
<b>Знание:</b> современных лабораторных методов и методик определения показателей деформируемости и прочности дисперсных грунтов, основных типы испытаний	Знания отсутствуют или носят фрагментарный характер	Структурированные знания
<b>Умения:</b> составлять программу испытаний и выполнять эксперименты по определению показателей деформируемости и прочности на оборудовании, входящем в комплекс ИВК АСИС	Умения практически отсутствуют	В целом успешное умение использовать известные методы для решения любых задач
<b>Владение:</b> информацией о методах и методиках лабораторного изучения дисперсных грунтов для получения их деформационных и прочностных характеристик	Фрагментарное владение информацией	В целом успешное владение информацией о методиках получения показателей физико-механических свойств

#### 8. Ресурсное обеспечение:

##### а) Перечень основной и дополнительной литературы:

###### *основная литература:*

1. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов с комментариями к ГОСТ 12248-2010. – М.: ООО «Прондо», 2014. 812 с.
2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандартиформ, 2012. 156 с.
3. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. М.: Стандартиформ, 2012. 12 с.
4. Лабораторные работы по грунтоведению / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королёва. – М.: КДУ, Университетская книга, 2017. 654 с.

###### *дополнительная литература:*

1. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса. Пенза: ПГУАС, 2008. 696 с.
2. Геотехника. Периодический журнал. ISSN 2221-5514 и 2587-8239. ООО «Геомаркетинг». 2009 – 2018 гг.
3. Зиангиров Р.С., Роот П.Э., Филимонов С.Д. Практикум по механике грунтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 152 с.

4. Методы и качество лабораторного изучения грунтов: учебное пособие/ В.В. Дмитриев, Л.А. Ярг. М.: КДУ, 2008. 542 с.
5. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах): учебное пособие / Г.Г. Болдырев, М.В. Малышев. Пенза: ПГУАС, 2009. 412 с.
6. Мирный А.Ю. Трехосные испытания грунтов: теория и практика. М.: ООО «Геомаркетинг», 2015. 144 с.
7. Основания, фундаменты и механика грунтов. Периодический журнал. ISSN 0030-6223. 1959 – 2018 гг.
8. Работнов Ю.Н Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979. 744 с.
9. Рекомендации по определению параметров ползучести и консолидации грунтов лабораторными методами / ПНИИИС – М.: Стройиздат, 1989. 64 с.
10. Троицкая М.Н. Пособие к лабораторным работам по механике грунтов. М.: Изд-во МГУ, 1961. 304 с.

**б) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Большая энциклопедия нефти и газа – [www.ngpedia.ru](http://www.ngpedia.ru).
2. Книжный дом «Университет», интерактивные и PDF-книги – <https://bookonlime.ru>;
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) – [elibrary.ru](http://elibrary.ru);
4. Университетская библиотека онлайн (ЭБС) – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС ZNANIUM) – [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
6. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Консультант студента» – [dlib.eastview.com](http://dlib.eastview.com);

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы** (лицензионное программное обеспечение не требуется): предустановленные в комплексе ИВК АСИС программы «Геотека» «АСИС» и «АСИС Репорт».

*Профессиональные ресурсы сети Интернет:*

1. Сайт журнала «Основания, фундаменты и механика» – <https://ofmg.ru/index.php/ofmg>;
2. Сайт Издательского центра «Геомаркетинг» – <http://www.geomark.ru>;
3. Сайт Научно-исследовательского центра «Строительство» – <http://www.cstroy.ru>;
4. Сайт НПП «Геотек» – <http://www.npp-geotek.ru>;
5. Сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии – <https://www.gost.ru/portal/gost>.

**г) Материально-техническое обеспечение:**

- а) лаборатория, рассчитанная на группу из 10-12 студентов; мультимедийный проектор, компьютер, экран;
- б) оборудование – ИВК АСИС, включающий приборы для проведения компрессионных испытаний, одноосного и трёхосного сжатия, испытаний на плоскостной срез при различных режимах нагружения, оборудование для подготовки образцов и пр.;
- в) иные материалы – штангенциркули, шпатели, фильтровальная бумага, тарировочные эбонитовые болванки, весы, термостаты, эксикаторы, бюксы, технический вазелин, монокристаллические ножи и др.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель** – Широков В.Н.

**11. Автор программы** – доц. В.Н. Широков.