

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 по грунтоведению

Автор-составитель: Фролова Ю.В.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

"Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 – 2017.

© 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 освоения дисциплины “Дополнительные главы по грунтоведению” является приобретение студентами теоретических знаний о скальных грунтах и практическое освоение стандартного комплекса лабораторных методов их исследования.

Задачи: 1) приобретение студентами теоретических знаний об условиях формирования, составе, строении и свойствах различных типов скальных грунтов; 2) получение практических навыков изучения скальных грунтов с помощью современных лабораторных методов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Физика», «Общая химия», «Высшая математика», «Общая геология», «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение», «Петрография», «Минералогия с основами кристаллографии», «Литология».

Дисциплина читается одновременно с дисциплиной «Механика грунтов», предшествует дисциплинам магистерской программы «Инженерная геология», также необходима при проведении научно-исследовательской работы и выполнении выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

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

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично),

ОПК-7.Б Способность использовать отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности (формируется частично),

ПК-3.Б Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки),

ПК-8.Б Готовность к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: особенности состава, строения и свойств (физических, физико-механических) скальных грунтов, закономерности их формирования; классификации; методику лабораторного изучения скальных грунтов; нормативные документы, регламентирующие лабораторные испытания скальных грунтов.

Уметь: правильно диагностировать скальный грунт, его генетическую принадлежность; составлять макроскопическое описание, определять показатели физических и физико-механических свойств скальных грунтов, обрабатывать и анализировать полученные лабораторные данные, составлять отчет по результатам лабораторных испытаний.

Владеть: стандартным комплексом лабораторных методов изучения скальных грунтов.

4. Формат обучения – лекционные занятия и лабораторные работы

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 39 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – лабораторные работы), 69 академических часов на

самостоятельную работу обучающихся, из них **10** часов – на мероприятия промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – экзамен

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 “Дополнительные главы по грунтоведению” посвящен изучению скальных грунтов и освоению современных лабораторных методов определения показателей физических и физико-механических свойств. В теоретической части курса рассматриваются особенности состава, строения и свойств различных типов скальных грунтов (магматических, метаморфических, осадочных, вулканогенно-обломочных), закономерности их формирования, основные показатели физических и физико-механических свойств и методы их исследования. Практическая часть посвящена освоению стандартного комплекса лабораторных методов изучения скальных грунтов и способов обработки результатов.

| 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 лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Занятия семинарского типа | Всего | |
| Раздел 1. Понятие “скальный грунт”. Классификации. Генетические классы скальных грунтов и их характеристика | | 2 | 2 | – | 4 | |
| Раздел 2. Лабораторные методы изучения состава, строения, физических и физико-механических свойств скальных грунтов | | 4 | 22 | – | 26 | Обработка результатов лабораторных работ, 50 часов |
| Раздел 3. Особенности различных типов скальных грунтов | | 5 | 2 | – | 7 | Диагностика и описание скальных грунтов, 3 часа |
| Раздел 4. Массивы скальных грунтов | | 2 | | – | 2 | Подготовка к контрольной работе, 6 часов |
| Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> | | | | | | 10 |
| Итого | 108 | | | | 39 | 69 |

Содержание разделов дисциплины:

Курс “Дополнительные главы по грунтоведению” состоит из теоретической и практической частей.

Содержание лекционных занятий

В теоретической части рассматриваются следующие вопросы: понятие “скальный грунт”; актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время; классификации скальных грунтов; минеральный и химический составы, строение, физические и физико-механические свойства основных генетических типов скальных грунтов - магматических, метаморфических, осадочных, вулканогенно-обломочных; основные показатели физических и физико-механических свойств скальных грунтов и методы их изучения; массивы скальных грунтов.

План лекционных занятий

Лекция 1. Понятие “скальный грунт”, актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время; классификации скальных грунтов.

Лекция 2. Физические свойства скальных грунтов и методы их определения.

Лекция 3. Физико-механические свойства скальных грунтов и методы их определения.

Лекция 4. Характеристика магматических и метаморфических грунтов.

Лекция 5. Характеристика осадочных сцементированных и вулканогенно-осадочных грунтов.

Лекция 6. Массивы скальных грунтов.

Содержание лабораторных занятий

Практическая часть заключается в освоении студентом стандартного комплекса лабораторных методов исследований скального грунта. Она включает макроскопическое описание образца и определение ряда показателей физических и физико-механических свойств, среди которых плотность грунта, плотность твердой фазы, гигроскопическая влажность, общая пористость, величина водопоглощения, величина водонасыщения, плотность грунта в водонасыщенном состоянии, пористость открытая и закрытая, скорости распространения продольных волн в сухом и водонасыщенном состоянии, скорости распространения поперечных волн в сухом состоянии, модуль упругости динамический, коэффициент Пуассона, коэффициент упругой анизотропии, прочность на одноосное сжатие (в сухом и водонасыщенном состоянии и после циклов замораживания-оттаивания) коэффициент размягчаемости, коэффициент морозостойкости, сцепление, угол внутреннего трения, магнитная восприимчивость. Описывается характер разрушения скального грунта при одноосном сжатии и разрыве, делается его зарисовка или фотография. По итогам практических занятий составляется общая ведомость лабораторных испытаний, паспорт прочности скального грунта и отчет о лабораторных испытаниях.

Каждому студенту для выполнения лабораторных исследований выдаются персональные образцы скального грунта правильной геометрической формы в виде цилиндров или прямоугольных призм (обычно четыре образца). Последовательность исследования грунта включает следующие действия:

1. Маркировать образцы (4 образца);
2. Составить макроскопическое описание образцов;
3. Измерить магнитную восприимчивость;
4. Определить плотность грунта;
5. Определить плотность твердых частиц (демонстрационная задача);
6. Рассчитать пористость;
7. Измерить скорость распространения продольных и поперечных волн в сухом состоянии;
8. Рассчитать коэффициент Пуассона
9. Рассчитать динамический модуль упругости;

10. Поместить два образца в емкость с водой; один из них через двое суток после замачивания начать замораживать;
11. Определить прочность на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии. Описать и зарисовать характер разрушения;
12. Определить прочность на одноосное растяжение в воздушно-сухом состоянии. Описать и зарисовать характер разрушения;
13. Определить величину водопоглощения;
14. Рассчитать открытую пористость;
15. Рассчитать плотность грунта в водонасыщенном состоянии;
16. Измерить скорость распространения продольных волн водонасыщенного образца
17. Определить прочность на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии. Описать и зарисовать характер разрушения;
18. Определить прочность на одноосное сжатие после циклического замораживания - оттаивания. Описать и зарисовать характер разрушения;
19. Рассчитать коэффициенты размягчаемости и морозостойкости;
20. Рассчитать сцепление и угол внутреннего трения по результатам определения прочности на одноосное сжатие и растяжение;
21. Построить паспорт прочности скального грунта: построить круги Мора и провести к ним касательную;
22. Заполнить ведомость лабораторных испытаний, вычислить средние значения показателей свойств;
23. Классифицировать исследуемый грунт по ГОСТ 25100-2011;
24. Составить итоговый отчет по результатам лабораторных испытаний

Итоговый отчет по практическим занятиям оформляется персонально каждым студентом и должен включать следующие позиции:

1. Макроскопическое описание грунта;
2. Результаты определений физических и физико-механических показателей

Для каждого показателя:

- (1) написать определение, размерность;
- (2) указать факторы, от которых зависит;
- (3) указать метод определения, название прибора;
- (4) представить результаты измерений;
- (5) дать название по классификации (по плотности, прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, коэффициенту размягчаемости; магнитной восприимчивости).

3. При определении прочностных свойств описать и зарисовать характер разрушения;

4. При расчете сцепления (C) и угла внутреннего трения (φ) построить паспорт прочности: диаграмму σ - τ , круги Мора;

5. В заключении дать название грунта по классификациям ГОСТ 25100-2011.

6. По результатам проведенных лабораторных испытаний составить сводную таблицу (ведомость лабораторных испытаний скального грунта).

Рекомендуемые образовательные технологии

Проводится коллективная работа студентов (по бригадам) с коллекцией скальных грунтов, заключающаяся в классифицировании грунтов по генетическим типам, их петрографическом описании и инженерно-геологической характеристике.

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.

Для текущего контроля проводятся контрольные работы: (1) диагностика и макроописание скального грунта; (2) задача по расчету прочностных свойств скального грунта; (3) теоретические вопросы.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных лабораторных работ. По итогам лабораторных исследований образцов скального грунта студенты составляют и защищают отчет.

Типовая контрольная работа:

- 1 Понятие “структура”. Как она влияет на свойства скальных грунтов? Примеры.
- 2 Укажите основные типы интрузивных пород и их эффузивные аналоги. Каковы основные отличия между эффузивными и интрузивными породами (условия формирования, состав, строение, свойства).
- 3 Как ориентированные текстуры влияют на упругие и прочностные свойства метаморфических пород?
- 4 Песчаники и их инженерно-геологические особенности.
- 5 Что такое RQD?
- 6 В чем отличие величины водопоглощения и водонасыщения?
- 7 Закон Гука и его графическое изображение.
- 8 Что такое размягчаемость скальных грунтов? На каком основании выделяются размягчаемые и неразмягчаемые грунты? Приведите примеры размягчаемых грунтов.
- 9 Нарисуйте круги Мора для одноосного сжатия, растяжения, трехосного сжатия.
- 10 Магнитная восприимчивость. Классификация материалов по магнитной восприимчивости. Приведите примеры.

Типовая расчетная задача:

- 1) Рассчитайте прочность на одноосное сжатие образца скального грунта. Образец цилиндрической формы, $H=6$ см, $D=3$ см. Разрушающее усилие $P=3400$ кгс.
- 2) Рассчитайте прочность на растяжение образца скального грунта (бразильский метод). Образец цилиндрической формы, $H=3$ см, $D=3$ см. Разрушающее усилие $P=6,5$ кН.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Часть I. Скальные грунты и их особенности

1. Что такое скальный грунт?
2. Обоснуйте актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время.
3. Генетическая классификация скальных грунтов.
4. По какому принципу грунты разделяются на скальные и полускальные?
5. Понятие “структура”. Как она влияет на свойства горных пород? Приведите примеры.
6. Понятие “текстура”. Ее влияние на свойства горных пород. Приведите примеры.
7. Классификация и основные типы магматических грунтов.
8. Основные типы интрузивных пород и их эффузивные аналоги.
9. Основные отличия между эффузивными и интрузивными породами (условия формирования, состав, строение, свойства).
10. Классификации структур магматических пород по абсолютному и относительному размерам кристаллов. Как структура влияет на свойства?
11. Кайнотипные и палеотипные эффузивные породы. Как они отличаются по составу, строению и свойствам?
12. Влияние вещественного состава на свойства интрузивных пород.
13. Типы и факторы метаморфизма
14. Фации регионального метаморфизма и их инженерно-геологические особенности.

15. Как ориентированные текстуры влияют на упругие и прочностные свойства метаморфических пород?
16. Классификации структур метаморфических пород - по размеру и форме зерен.
17. Инженерно-геологические особенности глинистых и зеленых сланцев.
18. Кварциты и их инженерно-геологические особенности
19. Мрамор и его инженерно-геологические особенности
20. Тектониты и их инженерно-геологические особенности.
21. Классификация и основные типы осадочных сцементированных пород.
22. Крупнообломочные сцементированные грунты и их особенности.
23. Песчаники и их инженерно-геологические особенности.
24. Алевролиты и аргиллиты и их инженерно-геологические особенности.
25. Кремнистые породы и их инженерно-геологические особенности
26. Карбонатные породы и их инженерно-геологические особенности.
27. Мергели и их инженерно-геологические особенности.
28. Галоидные грунты и их инженерно-геологические особенности.
29. Классификация и основные типы вулканогенно-осадочных грунтов.
30. Инженерно-геологические особенности вулканогенно-осадочных пород
31. В чем отличия туфа и туффита?
32. Классификации структур туфов - по размеру зерен, по составу обломков
33. Какие факторы определяют инженерно-геологические особенности скальных массивов?
34. Количественные показатели, характеризующие трещиноватость массивов скальных грунтов (показатель качества керна RQD , модуль трещиноватости, коэффициент трещинной пустотности).

Часть II. Свойства скальных грунтов и методы их определения

35. Что такое плотность скального грунта, от каких факторов зависит, каким методом определяется?
36. Классификация скальных грунтов по плотности (ГОСТ 25100-2011)
37. Что такое плотность твердой компоненты грунта? От каких факторов она зависит? Какими методами определяется? Какие величины плотности твердых частиц характерны для скальных грунтов - приведите примеры.
38. Что такое пористость грунта? Как она определяется? Приведите примеры для основных типов скальных грунтов. Классификация скальных грунтов по пористости (ГОСТ 25100-2011)
39. Что такое открытая пористость? Как она определяется?
40. Что такое величина водопоглощения? Как она определяется?
41. Что такое величина водонасыщения? Как она определяется?
42. В чем отличие в механизме распространения продольных и поперечных упругих волн? В каких средах они распространяются?
43. Какие величины скоростей продольных волн характерны для скальных грунтов? Приведите примеры для основных типов скальных грунтов.
44. Перечислите основные факторы, влияющие на величину скорости распространения упругой волны в скальных грунтах.
45. Как меняются скорости упругих волн скальных грунтов при водонасыщении?
46. Для расчета каких физико-механических свойств используются скорости упругих волн?
47. Закон Гука и его графическое изображение.
48. Что такое деформации? Что такое абсолютная и относительная деформации? В каких единицах они измеряются?
49. Что такое упругие и пластические деформации? Какие деформации свойственны скальным грунтам
50. Какие показатели деформационных свойств скальных грунтов вы знаете?
51. Нарисуйте диаграмму деформирования скального грунта

52. В чем заключается метод определения деформационных свойств скальных грунтов при статическом одноосном сжатии?
53. Что такое коэффициент Пуассона? Какие величины характерны для скальных грунтов?
54. В чем заключается динамический метод определения деформационных свойств скальных грунтов?
55. Что такое прочность грунта? В каких единицах она измеряется? Какие прочностные характеристики вы знаете?
56. Как рассчитывается прочность скального грунта при одноосном сжатии?
57. От каких факторов зависят прочностные свойства скальных грунтов?
58. Зачем при расчете прочности вводится поправочный коэффициент на относительный размер образца?
59. Приведите ориентировочные величины прочности для различных типов скальных грунтов.
60. Как меняется прочность скальных грунтов при водонасыщении? Почему?
61. Что такое размягчаемость скальных грунтов? На каком основании выделяются размягчаемые и неразмягчаемые грунты? Приведите примеры размягчаемых грунтов.
62. Классификация скальных грунтов по прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (ГОСТ 25100-2011)
63. Что такое морозостойкость? Как она определяется? Какими показателями характеризуется?
64. Какие вы знаете способы определения прочности скального грунта на разрыв?
65. Как соотносятся величины прочности на одноосное сжатие и разрыв?
66. Какими методами определяются сцепление и угол внутреннего трения скальных грунтов?
67. Что такое паспорт прочности скального грунта?
68. Нарисуйте круги Мора для одноосного сжатия, растяжения, трехосного сжатия.
69. Что такое анизотропия свойств? Чем она может быть обусловлена? Каким породам свойственна?
70. Реологические свойства скальных грунтов. Понятие длительной прочности. Методика ее определения.
71. Что такое магнитная восприимчивость? Как она определяется? От каких факторов зависит? Классификация материалов по величине магнитной восприимчивости.
72. Методы изучения вещественного состава скальных грунтов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

| Результаты обучения | «Неудовлетворительно» | «Удовлетворительно» | «Хорошо» | «Отлично» |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Знания: особенностей состава, строения и свойств скальных грунтов, закономерностей их формирования; классификаций; методики лабораторного изучения скальных грунтов; нормативных документов, регламентирующих лабораторные | Знания отсутствуют | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Систематические знания |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| испытания скальных грунтов. | | | | |
| Умения: правильно диагностировать скальный грунт, его генетическую принадлежность; составлять макроскопическое описание, определять показатели физических и физико-механических свойств скальных грунтов, обрабатывать и анализировать полученные лабораторные данные, составлять отчет по результатам лабораторных испытаний. | Умения отсутствуют | Не систематическое умение, допускает неточности | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении диагностировать скальный грунт и определять показатели его свойств | Успешное умение правильно диагностировать скальный грунт, определять показатели его свойств |
| Владение: стандартным комплексом лабораторных методов изучения скальных грунтов. | Навыки владения лабораторными методами изучения скальных грунтов отсутствуют | Фрагментарное владение лабораторными методами изучения скальных грунтов | В целом сформированные навыки владения лабораторными методами изучения скальных грунтов | Владение стандартным комплексом лабораторных методов изучения скальных грунтов. |

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. 6-е изд. М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.

Лабораторные работы по грунтоведению. Учебное пособие / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: КДУ, 2017 - 654 с.

Фролова Ю.В. Учебное пособие. Скальные грунты и методы их лабораторного изучения. М.: КДУ, 2015. 222 с.

- дополнительная литература:

Бурмистров А.А., Старостин В.И., Дергачев А.Л., Петров В.А. Структурно-петрофизический анализ месторождений полезных ископаемых. М.: МАКС Пресс, 2009. - 408 с.

ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификации. – М.: МНТКС, 2011. – 63 с.

ГОСТ 21153.3-85. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении. М.: Изд-во стандартов, 1985. - 14 с.

ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. Изд-во стандартов, 1984. - 12 с.

Зерцалов М.Г. Механика грунтов (введение в механику скальных грунтов). М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006, 364 с.

Зиангиров Р.С., Роот П.Э., Филимонов С.Д. Практикум по механике грунтов. М., Изд-во МГУ, 1984, 152 с.

Инженерная геология России. Т.1. Грунты России/ Под ред. В.Т.Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А.Королева. М.: КДУ, 2011. – 672 с.

Лабораторные работы по грунтоведению: Учебное пособие / В.А.Королев, Е.Н. Самарин, С.К.Николаева и др.; под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева. – М.: Высш. шк., 2008. – 519 с.

Маракушев А.А., Бобров А.В. Метаморфическая петрология. М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2005. – 256 с.

Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. Т.2. Лабораторные методы/ Под ред. Е.М.Сергеева. М.: Недра, 1984.

Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород/ Под ред. В.С. Попова и О.А. Богатинова. М.: Логос, 2001. – 768 с.

Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы. / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985. – 332 с.

Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика / Под ред. Н.Б. Дортман. М.: Недра. 1984. – 455 с.

Фролов В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 308 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

программа “АКТАКОМ” для определения скоростей упругих волн.

Д) Материально-техническое обеспечение: помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 25 учащихся; лаборатория с подведенной водой и вытяжным шкафом. Оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, весы, штангенциркуль, сушильный шкаф, камнерезный и буровой станки, шлифовальный круг, ультразвуковой прибор, механический и гидравлические прессы (ZDM-10, ИП-1000, Controls-1500), каппаметр КТ-6, морозильная камера. Иные материалы – образцы скального грунта для лабораторных испытаний, коллекция образцов скальных грунтов для диагностики и описания, соляная кислота.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Фролова Ю.В.

11. Автор программы – Фролова Ю.В.