

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**

### **Скальные грунты**

Автор-составитель: Фролова Ю.В.

**Уровень высшего образования:**  
*магистратура (ММ)*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Магистерская программа**  
**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

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 – 2019.

© 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 “Скальные грунты” 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, дисциплины по выбору, курс – I, семестр – 2.

### **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

Обучающиеся должны иметь базовые естественно-научные и математические знания. Параллельно читается курс «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение». Знания необходимы для выполнения научно-исследовательских работ и выполнения выпускной квалификационной работы.

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

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

ОПК-6. Способность профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки (формируется частично).

ПК-1. Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично),

ПК-4. Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования 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** – семинарские и практические занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3** з.е., в том числе **52** академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**13** часов – занятия семинарского типа, **39** часов – практические занятия), **56** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. 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 "Скальные грунты" посвящен изучению скальных грунтов и освоению современных лабораторных методов определения их физических и физико-механических свойств. В

теоретической части курса рассматриваются особенности состава и строения различных типов скальных грунтов, 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 практические	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Понятие “скальный грунт”. Классификации. Генетические классы скальных грунтов и их характеристика			4	2	6	
Раздел 2. Лабораторные методы изучения скальных грунтов			27	5	32	Обработка результатов лабораторных работ, 37 часов
Раздел 3. Особенности различных типов скальных грунтов			4	3	7	Диагностика и описание скальных грунтов, 3 часа
Раздел 4. Массивы скальных грунтов			4	3	7	Подготовка к контрольной работе*, 6 часов
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						10
<b>Итого</b>	<b>108</b>			<b>52</b>		<b>56</b>

\*Текущий контроль успеваемости проводится в рамках семинарских занятий

## **Содержание разделов дисциплины:**

Курс “Скальные грунты” состоит из теоретической и практической частей.

### Раздел 1. Понятие “скальный грунт”.

Классификации. Генетические классы скальных грунтов и их характеристика. Актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время. Минеральный состав. Строение скальных грунтов, понятия "структура", "текстура".

### Раздел 2. Лабораторные методы изучения скальных грунтов

Подготовка образцов для лабораторного исследования. Изучение вещественного состава и строения: термогравиметрический анализ, рентгеновская дифрактометрия, валовый химический анализ, электронная микроскопия, микрозондовый анализ, флуоресцентный микроскоп, рентгеновская компьютерная томография.

Пустотность, пористость, трещиноватость.

Физические свойства: плотностные, водопоглощение, водонасыщение, акустические, магнитные.

Физико-механические свойства: прочностные, деформационные. Факторы, влияющие на физико-механические свойства. Анизотропия свойств. Паспорт прочности скального грунта.

Размягчаемость, морозостойкость.

Реологические свойства скальных грунтов.

### Раздел 3. Особенности различных типов скальных грунтов.

Инженерно-геологические особенности различных генетических типов скальных грунтов - магматических, метаморфических, осадочных цементированных, вулканогенно-осадочных, элювиальных.

### Раздел 4. Массивы скальных грунтов

Понятие ""массив скальных грунтов". Факторы, влияющие на физико-механические свойства скального массива: горные породы, строение, неоднородность, анизотропность, трещиноватость, обводненность, напряженное состояние, выветрелость, температурное поле, время

## ***Содержание семинарских занятий***

На семинарских занятиях рассматриваются следующие вопросы: понятие “скальный грунт”; актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время; классификации скальных грунтов; минеральный и химический составы, строение и свойства основных генетических типов скальных грунтов; основные показатели физических и физико-механических свойств скальных грунтов и методы их изучения; массивы скальных грунтов.

### ***План семинаров:***

1. Понятие “скальный грунт”, актуальность изучения скальных грунтов в настоящее время; классификации скальных грунтов.
2. Магматические грунты.
3. Метаморфические грунты.
4. Осадочные цементированные и вулканогенно-осадочные грунты.
5. Физические свойства скальных грунтов и методы их определения.
6. Физико-механические свойства скальных грунтов и методы их определения.
7. Массивы скальных грунтов.

## ***Содержание практических 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 (4 образца). Последовательность исследования грунта включает следующие действия:

1. Маркировать образцы;
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 (в виде таблицы);
  - (5) дать название по классификации (по плотности, прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, коэффициенту размягчаемости; магнитной восприимчивости).
3. Зарисовка или фотография характера разрушения образцов;
  4. Паспорт прочности скального грунта;
  5. Заключение, содержащие название разновидностей грунта по классификациям ГОСТ 25100-2011.
  6. Сводная ведомость лабораторных испытаний скального грунта (таблица).

### **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. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **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.

По итогам лабораторных исследований образцов скального грунта студенты составляют и защищают отчет.

*Типовая контрольная работа:*

1. Понятие “текстура”. Ее влияние на свойства скальных грунтов. Приведите примеры.
2. Кайнотипные и палеотипные эффузивные породы. Как они отличаются по составу, строению и свойствам?
3. Инженерно-геологические особенности глинистых и зеленых сланцев.
4. Мергели и их инженерно-геологические особенности.
5. Что такое модуль трещиноватости?
6. Нарисуйте деформационную кривую скального грунта при одноосном сжатии. Какие стадии на ней выделяются.
7. Как изменяется скорость продольных волн  $V_p$  при водонасыщении скального грунта. Почему?
8. Что такое коэффициент Пуассона? Какие величины характерны для скальных грунтов?
9. Что такое морозостойкость? Как она определяется? Какими показателями характеризуется?
10. Что больше - прочность на одноосное сжатие ( $R_c$ ) или прочность на разрыв ( $R_p$ )? Каково между ними соотношение?

*Типовая расчетная задача:*

- 1) Рассчитайте прочность на одноосное сжатие образца скального грунта. Образец цилиндрической формы,  $H=5$  см,  $D=5,5$  см. Разрушающее усилие  $P=600$  кН.
- 2) Рассчитайте прочность на растяжение образца скального грунта (бразильский метод). Образец цилиндрической формы,  $H=3$  см,  $D=5,5$  см. Разрушающее усилие  $P=5500$  кгс.

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



## ***Примерный перечень вопросов для 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 цементированных пород.
22. Крупнообломочные цементированные 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 RGD, 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»
<b>Знания:</b> особенностей состава, строения и свойств (физических, физико-механических) скальных грунтов, закономерностей их формирования; классификаций; методики лабораторного изучения скальных грунтов; нормативных документов, регламентирующих лабораторные испытания скальных грунтов.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<b>Умения:</b> правильно диагностировать скальный грунт, его генетическую принадлежность; составлять макроскопическое описание, определять показатели физических и физико-механических свойств, обрабатывать и анализировать 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
<b>Владение:</b> 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.

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

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. Богатикова. М.: Логос, 2001. – 768 с.

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