

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_ /Д.Ю.Пущаровский/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Химический анализ грунтов**

Автор-составитель: Самарин Е.Н.

**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

---

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 – 2016.

© 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 «Химический анализ грунтов» является ознакомление студентов с современными методами анализа химического состава грунтов, которые используются в практике инженерно-геологических и эколого-геологических изысканий в стране и за рубежом.

**Задачи** - ознакомление студентов с теоретическими основами классических методов химического анализа природных объектов; формирование представлений об общей классификации современных аналитических методов изучения вещества; обучение студентов практическим навыкам анализа водной вытяжки грунтов и коррозионной активности грунтов.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 7.

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

освоение дисциплин «Общая химия», «Химия физическая, коллоидная», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Литология», «Гидрогеология», «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение».

Дисциплина желательна в качестве предшествующей для дисциплины «Основы методики инженерно-геологических, гидрогеологических и геоэкологических исследований», дисциплины магистерской программы «Физико-химические основы инъекционного закрепления грунтов», а также для научно-исследовательской работы и выполнения 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);

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:** основные закономерности формирования коррозионной активности дисперсных грунтов по отношению к строительным конструкциям.

**Уметь:** квалифицированно оценивать агрессивность компонентов геологической среды по отношению к различным строительным конструкциям.

**Владеть:** современными методами лабораторного определения компонентов, формирующих коррозионную активность дисперсных грунтов.

**4. Формат обучения** – лекционные занятия и лабораторные работы.

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе 39 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 26 часов – лабораторные работы), 33 академических часа отведено на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

**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 «Химический анализ грунтов» знакомит студентов с наиболее распространенными методиками определения основных показателей химического состава твердой компоненты грунтов, необходимых при инженерно-геологических и эколого-геологических исследованиях. В лекционной части курса также освещены методологические аспекты применения аналитических методов химического анализа к многокомпонентным гетерофазным природным объектам. Предусматривается ознакомление студентов с некоторыми теоретическими аспектами аналитической химии, практическими расчетами ошибок анализа и метрологическим контролем его результатов. Вторая часть курса - лабораторные занятия - рассматривает методику проведения основных типов анализа, используемых в практике инженерно-геологических исследований. В практикум входят задачи по определению состава водной вытяжки, включая определение рН и Eh, разделение типов щелочности и жесткости, емкости катионного обмена и состава обменных катионов, определение карбонатов, гипса, органического вещества.

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			
		лекции	Лабораторные занятия	всего	
Раздел 1. Грунты - объекты химического анализа. Анализа ошибок эксперимента.		1		1	Подготовка к контрольному опросу, 1 час
Раздел 2. Объемный, гравиметрический и инструментальные методы анализа.		2		2	Подготовка к контрольному опросу, 1 час
Раздел 3. Техника анализа водной вытяжки грунта.		6	18	24	Подготовка к контрольному опросу, 16 часов
Раздел 4. Определение содержания средне- и труднорастворимых солей в грунтах.		1	2	3	Подготовка к контрольному опросу, 1 час
Раздел 5. Определение содержания органического углерода в грунтах.		1	2	3	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 6. Определение емкости катионного обмена грунтов и состава обменных катионов.		2	4	6	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Промежуточная аттестация – зачет					10
<b>Итого</b>	<b>72</b>		<b>39</b>		<b>33</b>

\*Текущий контроль успеваемости (тестовые опросы) проводится в рамках лабораторных занятий.

## **Содержание разделов дисциплины:**

### Раздел 1. Грунты - объекты химического анализа. Анализа ошибок эксперимента.

Химический анализ грунтов: общие понятия, цели и задачи. Основные показатели химического состава грунтов, изучаемые при инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканиях. Методы извлечения определяемого компонента из грунта. Методы количественного определения концентрации компонентов (методы измерения). Приемы интерпретации результатов химического анализа грунтов. Единицы измерения показателей. Расчеты и способы выражения результатов анализа грунтов. Точность представления результатов анализа грунтов. Статистическая обработка результатов химического анализа грунтов.

### Раздел 2. Объемный, гравиметрический и инструментальные методы анализа.

Общая классификация методов химического анализа грунтов. Основные приемы проведения гравиметрического анализа. Объемный анализ: теоретические основы, приготовление титров, основные методы титрования, методы фиксации точки эквивалентности, приемы маскирования мешающих компонентов. Общие понятия об инструментальных методах анализа: электрохимических, спектроскопических, хроматографических.

### Раздел 3. Техника анализа водной вытяжки грунта.

Определение содержания легкорастворимых солей по анализу водной вытяжки. Отбор и подготовка грунтовых проб к анализу. Приготовление водной вытяжки. Определение: величины рН, Eh, сухого остатка, щелочности, хлорид-ионов, сульфат-ионов, щелочных и щелочно-земельных элементов. Оформление результатов водной вытяжки. Оценка коррозионной активности грунтов по отношению к строительным конструкциям.

### Раздел 4. Определение содержания средне- и труднорастворимых солей в грунтах.

Определение содержания средне- и труднорастворимых солей в грунтах. Методы определения карбонатов. Методы определения гипса. Определения гипса в грунтах, совмещенное с определением карбонатов из одной навески.

### Раздел 5. Определение содержания органического углерода в грунтах.

Определение содержания органического углерода в грунтах. Прямые методы определения органического углерода: метод Густафсона, метод Бетелева. Определение органического углерода мокрым сжиганием по Тюрину.

### Раздел 6. Определение емкости катионного обмена грунтов и состава обменных катионов.

Показатели и способы оценки катионообменных свойств грунтов. Понятия, термины, определения. Методы оценки катионообменных свойств грунтов: Гедройца, Антипова-Каратаева, Бобко-Аскинази-Алешина в модификации ЦИНАО, Пфеффера. Приемы и методы определения состава обменных катионов в грунтах. Емкость поглощения лесса по В.Е. Соколовичу.

## **Содержание лабораторных занятий (практикум)**

Лабораторная работа 1. Приготовление водной вытяжки грунта. Подготовка грунтовых проб к анализу. Отделение фильтрата от пробы грунта.

Лабораторная работа 2. Потенциометрическое определение рН водной вытяжки грунта. Приготовление стандартных растворов. Калибровка электродных систем. Анализ водной вытяжки грунта.

Лабораторная работа 3. Потенциометрическое определение Eh водной вытяжки грунта. Приготовление стандартных растворов. Калибровка электродной системы. Анализ водной вытяжки грунта.

Лабораторная работа 4. Определение сухого остатка весовым способом; определение общей щелочности водной вытяжки грунта ацидиметрическим методом.

Лабораторная работа 5. Определение содержания хлорид-иона аргентометрическим методом по Мору. Определение хлора спектроскопическим методом.

Лабораторная работа 6. Комплексонометрическое определение общей жесткости водной вытяжки. Определение содержания суммы кальция и магния по хромогену черному; определение кальция по мурексиду.

Лабораторная работа 7. Определение содержания сульфатов в водной вытяжке грунта гравиметрическим методом.

Лабораторная работа 8. Определение содержания натрия и калия методом пламенной фотометрии.

Лабораторная работа 9. Определение емкости катионного обмена по методу Антипова-Каратаева в модификации Злочевской.

Лабораторная работа 10. Определение емкости катионного обмена по методу Пфеффера в модификации Беляевой.

Лабораторная работа 11. Определение состава обменного комплекса по методу Пфеффера в модификации Беляевой.

Лабораторная работа 12. Определение содержания органического углерода в грунте методом мокрого сжигания по И.В. Тюрину.

Лабораторная работа 13. Экспресс-определение содержания карбонатов в грунте кислотнo-основным титрованием по В.Е. Соколовичу. Экспресс-определение содержания гипса по В.Е. Соколовичу.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

Мультимедиа-презентации лекционного материала. Формы текущего и промежуточного контроля: оценка самостоятельной практической работы по предлагаемым темам, тестовые опросы, зачет по курсу.

## **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 студентов в ходе лабораторных работ проводятся контрольные опросы.

#### ***Примерный перечень вопросов при текущей аттестации:***

1. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания карбонат-ионов и укажите индикатор и рН перехода окраски индикатора.
2. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания бикарбонат-ионов и укажите индикатор и рН перехода окраски индикатора.
3. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания хлорид-ионов и укажите индикатор и условия перехода окраски индикатора.
4. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания сульфат-ионов.
5. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания кальция и укажите индикатор и условия перехода окраски.
6. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания суммы кальция и магния и укажите индикатор и условия перехода окраски.
7. Что такое комплексометрия. Напишите формулу ЭДТА.
8. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания карбонатов по методу В.Е. Соколовича.
9. Напишите уравнение аналитической реакции для определения содержания органического вещества.
10. Что такое емкость катионного обмена (СЕС).
11. Какие растворы используются для насыщения обменного комплекса моновалентными катионами.
12. Напишите уравнение аналитической реакции при определении СЕС по методу К.К. Гедройца.

13. Напишите уравнение аналитической реакции при определении СЕС по методу Бобко-Аскинази в модификации Грабарова и Уваровой.
14. Напишите уравнение аналитической реакции при определении СЕС по методу Пфеффера в модификации Н.И. Беляевой.
15. Порядок определения обменных щелочей по методу Антипова-Каратаева.
16. Чем определяется агрессивность грунтов по отношению к бетону марок W4, W6, W8 на портланд-цементе.
17. Чем определяется коррозионная активность грунтов по отношению к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабелей.

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

*Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:*

1. Особенности химического анализа грунтов.
2. Выражение содержания веществ в поровом растворе и в твердой фазе грунтов.
3. Общая классификация методов химического анализа.
4. Правильность и воспроизводимость методов химического анализа.
5. Закон сложения ошибок.
6. Методика определения содержания карбонат-ионов в водной вытяжке грунта.
7. Методика определения содержания хлорид-ионов в водной вытяжке грунта.
8. Методика определения содержания сульфат-ионов в водной вытяжке грунта.
9. Методика определения содержания ионов кальция в водной вытяжке грунта.
10. Методика определения суммы ионов кальция и магния в водной вытяжке грунта.
11. Определение содержания карбонатов в грунтах по экмпресс-методу Соколовича.
12. Определение содержания органического вещества методом мокрого сжигания.
13. Порядок определения емкости катионного обмена по методу К.К.Гедройца.
14. Порядок определения емкости катионного обмена по методу Бобко-Аскинази в модификации Грабарова и Уваровой.
15. Порядок определения емкости катионного обмена по методу Пфеффера в модификации Н.И.Беляевой.
16. Порядок определения обменных щелочей по методу Антипова-Каратаева.
17. Охарактеризуйте агрессивность грунтов по отношению к бетону марок W4, W6, W8 на портланд-цементе.
18. Охарактеризуйте коррозионную активность грунтов по отношению к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабелей.
19. Порядок расчета гипотетического состава солей.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине**

<b>Результаты обучения</b>	<b>«Незачет»</b>	<b>«Зачет»</b>
<b>Знания:</b> основные закономерности формирования коррозионной активности дисперсных грунтов по отношению к строительным конструкциям.	Знания отсутствуют	Знания от фрагментарных до систематических.
<b>Умения:</b> оценивать агрессивность компонентов геологической среды по отношению к различным строительным	Умения отсутствуют	Умение оценивать агрессивность компонентов геологической среды по отношению к строительным конструкциям от в целом успешного, но допускающего неточности

конструкциям.		непринципиального характера, до успешного
<b>Владения:</b> современными методами лабораторного определения компонентов, определяющих коррозионную активность дисперсных грунтов.	Не владеет современными методами лабораторного определения компонентов, определяющих коррозионную активность дисперсных грунтов.	Владение современными методами лабораторного определения компонентов, определяющих коррозионную активность дисперсных грунтов от фрагментарного до полностью сформированного.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы:

#### *основная литература:*

1. Лабораторные работы по грунтоведению/ Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева, изд. 3-е, испр. и доп. М.: КДУ, 2017. 654 с.
2. Огородникова Е.Н., Комисарова Н.Н. Химический анализ грунтов. М.: МГУ, 1990. 248 с.

#### *дополнительная литература:*

1. Теория и практика химического анализа почв/ Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
2. Основы аналитической химии/ Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 1996. Т.2. 461 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
4. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород/ Под ред. Е.М. Сергеева, С.Н. Максимова, Г.М. Березкиной. М.: МГУ, 1968. Т.2. 447 с.

### Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

пакеты программ Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint, GeoOffice Solver.

### В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Большая энциклопедия нефти и газа – [www.ngpedia.ru](http://www.ngpedia.ru).
2. КнигаФонд – [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.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. Электронная библиотека учебников – [studentam.net](http://studentam.net);
6. Электронная библиотека учебников – [twirpx.com](http://twirpx.com).
7. Электронно-библиотечная система (ЭБС ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
8. Электронно-библиотечная система (ЭБС) “Консультант студента” [dlib.eastview.com](http://dlib.eastview.com)

### Д) Материально-техническое обеспечение:

Практикум студентов проходит в лаборатории химического анализа грунтов, оснащенной аналитическим оборудованием, химической посудой и химическими реактивами. При выполнении лабораторных работ студенты обеспечиваются методическими пособиями, бланками, информационными таблицами, справочниками и другой необходимой научно-технической литературой.

9. **Язык преподавания** – русский.

10. **Преподаватель** – Самарин Е.Н.

11. **Автор программы** – проф. Е.Н. Самарин