

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

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/
«__» _____ 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*).

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

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.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Химический анализ грунтов» состоит из двух основных разделов.

Первый раздел курса 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 - практические 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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – относится к вариативной части профильного блока ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Базируется на знаниях по дисциплинам: «Общая химия», «Химия физическая, коллоидная», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Литология», «Гидрогеология», «Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ПК-5. Б. Готов к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки.	Б.ПК-5. И-1. Знает физические принципы и технические характеристики стандартного современного лабораторного оборудования по химическому анализу грунтов. Б.ПК-5. И-2. Имеет базовые навыки работы под руководством специалиста	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

		<p>высокой квалификации на лабораторном оборудовании по химическому анализу грунтов.</p> <p>Б.ПК-5. И-3. Знает правила техники безопасности при работе на лабораторном оборудовании по химическому анализу грунтов.</p>	<p>конструкциям.</p> <p>Владеть: современными методами лабораторного определения компонентов, формирующих коррозионную активность дисперсных грунтов.</p>
<p>СПК-1.Б. Способен оценивать гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические условия территорий для различных видов хозяйственной деятельности</p>	<p>Б.СПК-1. И-1. Владеет базовыми теоретическими знаниями по гидрогеологии, инженерной геологии, геокриологии</p> <p>Б.СПК-1. И-2. Владеет методическими приемами комплексных исследований, методами сбора, обобщения и интерпретации данных о гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условиях конкретных территорий</p>	<p>Знать: базовые теоретические основы гидрогеологии, инженерной геологии, геокриологии.</p> <p>Уметь: квалифицированно использовать базовые теоретические знания для решения гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических задач.</p> <p>Владеть: методическими приемами комплексных исследований, методами сбора, обобщения и интерпретации данных об инженерно-геологических условиях конкретных территорий.</p>	

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 28 часов – лабораторные работы), 30 академических часов отведено на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Формат обучения – не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических 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) <i>Виды контактной работы, часы</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Грунты - объекты химического анализа. Анализа ошибок эксперимента.	3	1	1	2			1	1
Раздел 2. Объемный, гравиметрический и инструментальные методы анализа.	3	1	1	2			1	1
Раздел 3. Техника анализа водной вытяжки грунта.	38	6	18	24	6	4	4	14
Раздел 4. Определение содержания средне- и труднорастворимых солей в грунтах.	5	2	2	4			1	1
Раздел 5. Определение содержания органического углерода в грунтах.	5	2	2	4			1	1
Раздел 6. Определение емкости катионного обмена грунтов и состава обменных катионов.	6	2	2	4			2	2
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	12	2			10			
Итого	72	42			30			

*Текущий контроль успеваемости (тестовые опросы) проводится в рамках приема лабораторных работ.

Содержание лекций, лабораторных занятий

Содержание лекций

Раздел 1. Грунты - объекты химического анализа. Анализ 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.

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

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

Лабораторная работа 3. Потенциметрическое 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 Р.И. 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 кислотно-основным титрованием по В.Е. Соколовичу. Экспресс-определение содержания гипса по В.Е. Соколовичу.

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 лабораторных работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы, опросы, собеседования в рамках лабораторных работ.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

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 Пфедфера 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 экспресс-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 Пфедфера 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 (зачет).

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания основные закономерности формирования коррозионной активности дисперсных грунтов по отношению к строительным конструкциям (<i>устный опрос</i>).	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения оценивать агрессивность компонентов геологической среды по отношению к различным	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные

строительным конструкциям (<i>устный опрос</i>).		пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) владения современными методами лабораторного определения компонентов, определяющих коррозионную активность дисперсных грунтов (<i>устный опрос</i>).	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

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. (библиотека МГУ - БУП)
2. Огородникова Е.Н., Комисарова Н.Н. Химический анализ грунтов. М.: МГУ, 1990. 248 с. (библиотека МГУ - БУП)

- дополнительная литература

3. Теория и практика химического анализа почв/ Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006, 400 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
4. Основы аналитической химии/ Под ред. Ю.А.Золотова. М.: «Высшая школа», 1996. Т.2. 461 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с. (библиотека МГУ – центральный абонемент)
6. 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. (библиотека МГУ – центральный абонемент)

Б) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение: - Практические занятия студентов проходят 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 Евгений Николаевич (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).

11. Разработчик программы: Самарин Е.Н. (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).