

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

УТВЕРЖДАЮ
Декана геологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
чл.-корр. РАН Ерёмин Н.Н.



«25» сентября 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины

В-ПД Химический анализ грунтов

**Уровень высшего образования:
бакалавриат**

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:

Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от 8 сентября 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*), утвержден приказом МГУ от 30 декабря 2020 г. № 1379 (в действующей редакции).

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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – относится к вариативной части, курс – 4, семестр – 7.

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
ОПК-3. На уровне бакалавриата (формируется частично)	ОПК-3.Б. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	<i>Знать:</i> основные закономерности формирования коррозионной активности дисперсных грунтов по отношению к строительным конструкциям. <i>Уметь:</i> квалифицированно оценивать агрессивность компонентов геологической среды по отношению к различным строительным конструкциям. <i>Владеть:</i> современными методами лабораторного определения компонентов, формирующих коррозионную активность дисперсных грунтов.

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 на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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 - 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 pH и Eh, разделение типов щелочности и жесткости, емкости катионного обмена и состава обменных катионов, определение карбонатов, гипса, органического вещества.

5. 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 (выполнение практических работ), часы			
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой	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.	7	4	2	6			1	1
Раздел 5. Определение содержания органического углерода в грунтах.	4	1	2	3			1	1
Раздел 6. Определение емкости катионного обмена грунтов и состава обменных катионов.	5	1	2	3			2	2
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	12	2			10			
Итого	72	42			30			

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, Е_h, 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. Потенциометрическое определение рН водной вытяжки грунта. Приготовление стандартных растворов. Калибровка электродных систем. Анализ водной вытяжки грунта.

Лабораторная работа 3. Потенциометрическое определение Е_h 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.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных лабораторных работ (контрольный опрос).

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля (контрольный опрос после выполнения расчетно-графической работы):

Лабораторная работа 1:

Что такое водная вытяжка и для чего она применяется.

Методика приготовления водной вытяжки.

Какие виды вытяжек используют для анализа различных химико-минеральных компонентов грунтов.

Какие способы отделения жидкого раствора от твердого грунта используют в химическом анализе.

Единицы выражения концентраций ионов в растворе.

Что мешает приготовлению водной вытяжки.

Лабораторная работа 2:

Что такое электро-химические методы анализа.

Устройство измерительного электрода и электрода сравнения для рН-метрии.

Что такое Фарадеевский ток и как его нивелировать.

Как проводится калибровка рН-метра при измерении рН.

Ход анализа при измерении рН водной вытяжки.

Лабораторная работа 3:

Что такое электро-химические методы анализа.

Устройство измерительного электрода и электрода сравнения для измерения Eh.

Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции.

Устройство платинового измерительного электрода.

Как проводится калибровка рН-метра при измерении Eh.

Лабораторная работа 4:

Опишите методику определения сухого остатка весовым способом.

Опишите методику определения общей щелочности водной вытяжки.

Напишите уравнения аналитических реакций, реализуемых при определении общей щелочности водной вытяжки.

Визуальный и аналитический способы определения точки эквивалентности.

Что такое кривые кислотно-основного титрования.

Какие требования предъявляются к аналитическим реакциям.

Напишите формулы для расчета содержания щелочных компонентов в водной вытяжке.

Лабораторная работа 5:

Опишите методику определения содержания хлорид-иона в водной вытяжке аргентометрическим методом по Мору.

Что такое осадительное титрование. Какие виды титрования используют в химическом анализе.

Что мешает определению содержания хлорид-ионов в водной вытяжке.

Напишите уравнения аналитических реакций, реализуемых при определении содержания хлорид-ионов в водной вытяжке.

Опишите методику спектроскопического определения содержания хлорид-иона в водной вытяжке аргентометрическим методом по Мору.

Напишите формулу для расчета содержания хлорид-ионов в водной вытяжке.

Лабораторная работа 6:

Сущность комплексонометрии и какие катионы можно определять этим методом..

Напишите формулу трилона Б.

Какие металлоиндикаторы используют для анализа общей жесткости водной вытяжки.

Опишите методику определения содержания суммы магния и кальция в водной вытяжке

Опишите методику определения содержания кальция в водной вытяжке.

Что мешает анализу.

Какие методы маскирования используются при комплексонометрическом методе определения общей жесткости водной вытяжки.

Напишите формулу для расчета содержания кальция и магния в водной вытяжке.

Лабораторная работа 7:

Сущность гравиметрического анализа.

Что такое осаждаемая форма.

Что такое гравиметрическая форма.

Опишите методику гравиметрического определения содержания сульфат-ионов в водной вытяжке.

Опишите нефелометрическое и турбидиметрическое определение содержания сульфат-ионов в водной вытяжке.

Напишите формулу для расчета содержания сульфат-ионов в водной вытяжке.

Лабораторная работа 8:

Сущность метода пламенной фотометрии.

Напишите формулу определения содержания суммы калия и натрия по разности содержания анионов и катионов.

Как оценить правильность анализа водной вытяжки.

Как улучшить качество анализа.

Как рассчитать абсолютную и относительную ошибки определения содержания ионов в водной вытяжки.

Единицы выражения результатов анализа водной вытяжки.

Как рассчитывается гипотетическое содержание солей в грунтах по результатам анализа водной вытяжки.

Лабораторная работа 9:

Что такое емкость катионного обмена грунта и в каких единицах она выражается.

Опишите общую методику определения емкости катионного обмена.

Опишите общую методику определения емкости катионного обмена по методу Антипова-Каратаева в модификации Р.И. Злочевской.

Напишите формулу для определения относительной ошибки определения емкости катионного обмена по методу Антипова-Каратаева в модификации Р.И. Злочевской.

Как достичь необратимости ионо-обменной реакции.

Лабораторные работы 10-11:

Какие методы определения емкости катионного обмена можно использовать для бескарбонатных грунтов, а какие – для карбонатных грунтов.

Опишите общую методику определения емкости катионного обмена по методу Пфеффера в модификации Беляевой.

Опишите общую методику определения состава обменного комплекса по методу Пфеффера в модификации Беляевой.

Напишите аналитическое уравнение, которое лежит в основе метода Пфеффера в модификации Беляевой.

Что такое титрование с замесителем.

Опишите методику определения состава обменного комплекса с использованием солевой и водной вытяжек.

Лабораторная работа 12:

Опишите методику определения содержания органического углерода в грунте методом мокрого сжигания по И.В. Тюрину.

Какова правильность метода И.В. Тюрина и способы ее улучшения.

Опишите методику определения содержания органического углерода в грунте методом мокрого сжигания по Густафсону.

Опишите методику определения содержания органического углерода в грунте методом мокрого сжигания по Бетелеву.

Напишите аналитические уравнения реакций, используемых в методе И.В. Тюрина.

Как рассчитать содержание органического вещества в грунте.

Лабораторная работа 13:

Опишите методику экспресс-определения карбонатов в грунте по методу В.Е. Соколовича.

Напишите аналитическое уравнение реакции, лежащей в основе методики В.Е. Соколовича.

Другие методы определения карбонатов в грунтах.

Рассчитайте относительную ошибку определения содержания карбонатов по методу В.Е. Соколовича.

6.2. 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 пороховом 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 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 портландцементе.

18. Охарактеризуйте коррозионную активность грунтов по отношению к свинцовым и алюминиевым оболочкам кабелей.
19. Охарактеризуйте коррозионную активность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали.
20. Порядок расчета гипотетического состава солей.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)

Результаты обучения	Незачет	Зачет
Знания: (устный опрос) основные закономерности формирования коррозионной активности дисперсных грунтов по отношению к строительным конструкциям.	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения: (устный опрос) агрессивность компонентов геологической среды по отношению к различным строительным конструкциям.	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Владения: (устный опрос) современными методами лабораторного определения компонентов, определяющих коррозионную активность дисперсных грунтов.	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

7. 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)

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель – д.г.-м.н., доцент Самарин Евгений Николаевич (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).

10. Разработчик программы: д.г.-м.н., доцент Самарин Е.Н. (профессор кафедры инженерной и экологической геологии).