

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
академик РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Химия почв**

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.06 "Экология и природопользование"**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
*«Геохимия окружающей среды»*

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол №18 от 22.11.2022)

Москва 2022

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 «Экология и природопользование» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол №1368).

Год приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована без разрешения факультета.*

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «География почв с основами почвоведения», «Химия», «Качественный и количественный анализ».
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
СПК-1.Б ( <i>формируется частично</i> )  владеет базовыми знаниями в области геохимии окружающей среды, методами полевых и лабораторных исследований, умеет проводить на практике ландшафтно-геохимические, почвенные и инженерно-экологические исследования.	Владеет навыками проведения лабораторного химического анализа почв и интерпретации результатов химических анализов.	<p><b>Знать:</b> химические основы почвообразования и плодородия почв; факторы химической трансформации органических и минеральных компонентов почв; механизмы буферности почв к антропогенному воздействию; географические закономерности изменения химических свойств основных типов почв.</p> <p><b>Уметь:</b> правильно идентифицировать ведущие химические реакции, определяющие геохимический образ почв; разрабатывать программы химического анализа и правильно осуществлять подбор методик в зависимости от типа почв.</p> <p><b>Владеть:</b> методами химического анализа вещественного состава и свойств почв; методами интерпретации результатов анализа.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 5 з.е. в том числе 111 академических часов на контактную работу обучающихся (62 часа – лекции, 49 часов – лабораторные занятия) с преподавателем, 69 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

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	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Выполнение практических работ	Работа с литературой	Всего	
<b>Тема 1. Химия почв как раздел почвоведения.</b>	5	2	1			<b>3</b>		2	<b>2</b>	
<b>Тема 2. Элементный состав почвы.</b>	28	12	6			<b>18</b>	6	4	<b>10</b>	
<b>Тема 3. Органическое вещество почвы.</b>	28	12	6			<b>18</b>	6	4	<b>10</b>	
Промежуточная аттестация – устный зачет	4	<i>Устный зачет</i>						4		
Итого – 4 семестр	65	39						26		
<b>Тема 4. Ионный обмен и адсорбция.</b>	22	8	8			<b>16</b>	4	2	<b>6</b>	
<b>Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.</b>	22	8	8			<b>16</b>	4	2	<b>6</b>	
<b>Тема 6. Состав жидкой фазы почв.</b>	22	8	8			<b>16</b>	4	2	<b>6</b>	
<b>Тема 7. Почвенная кислотность</b>	18	6	6			<b>12</b>	4	2	<b>6</b>	

<b>Тема 8. Микроэлементы и элементы питания растений в почвах.</b>	18	6	6			<b>12</b>	4	2	<b>6</b>	
Промежуточная аттестация экзамен	13	<i>Устный экзамен</i>					13			
<b>Итого – 5 семестр</b>	115	72					43			
<b>Итого – 4 и 5 семестры</b>	180	111					69			

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

#### Тема 1. Химия почв как раздел почвоведения.

Краткая история химии почв. Работы М. В. Ломоносова, Ф. Ахарда, Ю. Либиха, Г. Томсона и Дж. Уэя. Развитие основных направлений: теории почвенной кислотности (Т. Вейч, Г. Дайкухара, К. К. Гедройц, В. А. Чернов), гумуса (П. А. Костычев, А. А. Шмук, И. В. Тюрин, Д.С.Орлов), учения о поглотительной способности почв (К. К. Гедройц). Предмет, объекты, цели и задачи химии почв. Особенности почвы как объекта химических исследований: многофазность, полидисперсность, гетерогенность почв, образование органоминеральных соединений. Связь химии почв со смежными науками.

#### Тема 2. Элементный состав почвы.

Понятие об элементном составе почвы. Группировки элементов. Использование элементного состава для диагностики и классификации почв. Методы изучения элементного состава. Способы разложения проб почв. Способы вычисления элементного состава; массовые доли оксидов и элементов. Моль и мольные проценты. Массовые и мольные отношения элементов и их оксидов.

#### Тема 3. Органическое вещество почвы.

Основные понятия и термины химии органического вещества почв.

Учения о почвенном гумусе. Неспецифические органические соединения и их трансформация в почвах. Минерализация органического вещества в почвах и факторы, ее определяющие. Основные гипотезы формирования почвенного гумуса (теории М. М. Кононовой, Б. Фляйга, Л. Н. Александровой, Д.С. Орлова). Методы выделения и идентификация гумусовых кислот. Элементный состав и функциональные группы в составе гумусовых кислот. Схемы строения гумусовых кислот.

Органоминеральные вещества в почвах. Групповой и фракционный состав гумуса. Определение группового и фракционного состава методом Тюрина. Закономерности изменения группового и фракционного состава гумуса в почвах. Показатели гумусного состояния почв. Влияние гумуса на физические и химические свойства почв.

#### Тема 4. Ионный обмен и адсорбция.

Строение кристаллических решеток силикатов. Кремнекислородные тетраэдры, алюмогидроксильные октаэдры. Изоморфное замещение и его виды. Ди- и триоктаэдрические минералы. Структура и свойства минералов групп каолинита, слюд и гидрослюд, монтмориллонита, почвенных хлоритов; смешанно-слоистые минералы в почвах. Величина и локализация заряда глинистых минералов.

Почвенный поглощающий комплекс. Специфическая и неспецифическая адсорбция, диффузный слой. Основные особенности ионообменных реакций в почвах. Основные виды и уравнения изотерм ионного обмена.

Емкость катионного обмена (ЕКО) и её зависимость от рода насыщающего катиона и реакции среды; реальная, стандартная и дифференциальная емкость катионного обмена.

Методы определения ЕКО. Состав обменных катионов и ЕКО главнейших типов почв; влияние минералогического состава и содержания органического вещества на уровни ЕКО. Влияние обменных катионов на свойства почв. Использование информации о сорбционных свойствах почв для прогноза изменения состава обменных катионов при орошении и химической мелиорации почв.

#### **Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.**

Окислительно-восстановительные процессы в почвах. Окислительно-восстановительный потенциал почвы, методы его определения. Уравнение Нернста. Потенциалоопределяющие системы в почвах. Развитие восстановительных процессов в переувлажненных почвах. Группировки почв по характеру окислительно-восстановительных режимов. Влияние окислительного потенциала на соединения железа, марганца, серы, азота, фосфора.

#### **Тема 6. Состав жидкой фазы почв.**

Факторы формирования состава почвенного раствора. Методы выделения жидкой фазы почв (лизиметрический метод, замещения жидкостью, прессования, центрифугирования). Изучение состава жидкой фазы почв в почве ненарушенного сложения потенциометрическим методом (*in situ*). Водная вытяжка как метод исследования состава легкорастворимых солей. Карбонаты их растворимость, влияние на реакцию почвенного раствора, формы аккумуляции карбонатов в почвах. Карбонатно-кальциевая система в почвах. Проблемы засоленных почв, виды засоления, борьба с засолением.

#### **Тема 7. Почвенная кислотность**

Основные источники ионов водорода в почвах. Влияние диоксида углерода и органических кислот на формирование кислотности почв. Виды почвенной кислотности. Актуальная, общая и обменная кислотность. Роль алюминия в формировании и проявлении почвенной кислотности. Кислотно-основная буферность почв, ее природа и методы определения. Теоретические основы известкования кислых почв и расчет доз известки.

#### **Тема 8. Микроэлементы и элементы питания растений в почвах.**

Роль микроэлементов в биохимических процессах. Важнейшие микроэлементы в системе почва-растение: марганец, бор, молибден, медь, цинк, кобальт, их содержание и распределение в почвах. Формы соединений микроэлементов в почвах. Подвижные (доступные) соединения

микроэлементов, методы их определения. Методы контроля химического загрязнения почв тяжелыми металлами. Содержание, запасы и формы соединений азота в почвах. Минеральные формы соединений азота. Трансформация соединений азота в почвах; аммонификация, нитрификация и денитрификация. Мобилизация и иммобилизация азота. Методы определения форм азота. Минеральные и органические соединения фосфора в почвах. Групповой состав фосфатов. Методы определения форм фосфатов.

### ***Практические работы***

1. Определение общего содержания органического вещества почвы и его группового состава
2. Определение состава обменных катионов, емкости катионного обмена.
3. Анализ состава солей в почвах
4. Определение видов почвенной кислотности
5. Определение подвижного фосфора

### **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):**

#### **Текущая аттестация. Устный опрос**

*Примерный перечень вопросов для устного опроса:*

1. Какая органическая кислота не является специфическим органическим соединением почв?
2. Какая форма выражения химических анализов соответствует % содержанию элемента в почве?
3. В какой из специфических органических кислот наибольшее содержание углерода?
4. Какая из специфических органических кислот неподвижна в кислой среде?
5. Какое из специфических органических соединений обладает наибольшим количеством ароматических циклических соединений?
6. С формами соединений какого элемента связаны голубоватые и сизые тона глеевых горизонтов?
7. Для какого типа почв характерно равномерное распределение элементного состава силикатной части почв?
8. Какая форма выражения результатов позволяет оценить распределение по профилю содержания элемента в силикатной части почв?
9. Что такое емкость поглощения?
10. Какой обменный катион не встречается в почвах гумидной зоны?
11. Какой обменный катион вызывает подкисление почв?
12. Какой метод химического анализа позволяет определить общую кислотность почв?
13. Что является показателем актуальной кислотности почв?
14. Форма выражения результатов водной вытяжки?
15. Какой показатель водной вытяжки необходимо определять в день приготовления водной вытяжки:?
16. Какой солончак будет обладать наибольшей величиной рН?
17. Появление какого иона вызывает подщелачивание почвенного раствора?

18. Какой метод не применяется для определения общего содержания солей?
19. Определение содержания каких карбонатов позволяет определить газовольнометрический метод?
20. Какая величина рН у атмосферных осадков на фоновых территориях?
21. Какая величина рН у  $\text{CaCO}_3$  в равновесии с атмосферным воздухом?
22. В каких солончаках образуются сульфиды металлов?
23. Во сколько раз изменится концентрация почвенного раствора при увеличении содержания  $\text{CaCO}_3$  в почве в 3 раза?
24. На какой процесс не повлияет увеличение  $\text{CO}_3$  иона в почвенном растворе?
25. Почему высокое содержание натрия в почвенном растворе не вызывает изменение кислотно-основных условий?

### Примерный перечень вопросов к устному зачету

1. Научная дисциплина “Химия почв” - основные проблемы, цели и задачи.
2. Химия почвенной массы
3. Химия почвообразовательных процессов
4. Химические основы почвенного плодородия
5. Аналитическая химия почв
6. История развития химии почв: органическое вещество.
7. История развития химии почв: ионообменные процессы
8. История развития химии почв: теория питания растений
9. Особенности элементного состава почв
10. Элементный анализ как основной метод изучения химического состава почв
11. Виды разложения проб для элементного анализа.
12. Современные представления о составе гумуса и природе гумусовых веществ.
13. Групповой и фракционный состав гумуса.
14. Качественный состав гумуса в почвах России.
15. Неспецифические органические вещества почв
16. Специфические органические соединения гумуса
17. Методы определения содержания гумуса в почвах и их оценка.
18. Методы определения группового и фракционного состава гумуса

**Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины – *зачет* (в устной форме)

Оценка РО соответствующие	<b>Незачет</b>	<b>Зачет</b>
---------------------------	----------------	--------------



виды оценочных средств		
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	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)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	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

### Итоговая аттестация экзамен

#### Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Валовой анализ как основной метод изучения элементарного химического состава почв. Методы пересчета и способы выражения результатов валового анализа
2. Групповой и фракционный состав гумуса. Содержание гумуса и его качественный состав в почвах России.
3. Засоленные почвы. Водная вытяжка как основной метод изучения засоленных почв. Понятие о типе химизма и степени засоления почв.
4. Изучение химического состава почвенного раствора методом водной вытяжки. Интерпретация результатов анализа водной вытяжки почв.
5. Водная вытяжка как метод изучения состава легкорастворимых солей
6. Карбонаты в почвах. Происхождение, состав и свойства.
7. Буферность почвы. Виды почвенной кислотности. Содержание, запасы и формы соединений азота в почвах.
8. Минеральные и органические соединения фосфора в почвах.
9. Формы соединений микроэлементов в почвах. Подвижные (доступные) соединения микроэлементов, методы их определения.
10. Окислительно-восстановительные процессы в почве
11. Щелочность почв и ее виды (карбонатная, сульфидная, фосфатная, органическая, боратная).
12. Метод определения содержания органического углерода по Тюрину
13. Методы определения емкости поглощения и состава обменных катионов.
14. Методы определения почвенной кислотности
15. Методы определения содержания гумуса в почвах и их оценка.
16. Методы определения карбонатов в почве.

17. Научная дисциплина “Химия почв” - основные проблемы, цели и задачи.
18. Определение обменного водорода и алюминия.
19. Поглотительная способность почв. Виды поглотительной способности. Устойчивость и коагуляция коллоидов.
20. Почвенные коллоиды. Факторы, влияющие на реакции обмена
21. Современные представления о составе гумуса и природе гумусовых веществ.
22. Состав обменных катионов и емкость поглощения в почвах России.
23. Строение почвенных коллоидов, их химический и минералогический состав.
24. Ускоренный метод определения группового состава по Кононовой-Бельчиковой.
25. Формы выражения концентраций в химии. Процентная, молярность, нормальность.
26. Химический состав почвенного раствора, методы его выделения

**Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины – *экзамен* (в устной форме)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные опросы, контрольные работы, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические задания, реферат)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: практические задания, контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы,

*Основная литература:*

1. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. М.: Высш. шк., 2005. 558 с.
2. Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Аналитические методы исследования. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ. 2009
3. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС. 2006.400с.

*Дополнительная литература:*

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почв и процессы его трансформации. Л., 1980.
2. Гедройц К.К. Избр. соч., т.1-3. М., 1955.
3. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия. Наука, М., 1978.
4. Кононова М.М. Органическое вещество почв. М., 1963.
5. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. М., 1974.
6. Пейве Я.В. Биохимия почв. М., 1961..

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Windows 10

Microsoft Office

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

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

- поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

- электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)

Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Лабораторные помещения эколого-геохимического научно-образовательного центра географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, которые оснащены современным аналитическим оборудованием:

спектрофотометры, кондуктометр, рН-метр-иономер, муфельная печь, электрошкаф сушильный/стерилизатор, весы аналитические, титратор-дозатор цифровой, химическая посуда и реактивы.

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Лабораторные помещения эколого-геохимического научно-образовательного центра географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, которые оснащены современным аналитическим оборудованием.

9. Язык преподавания: русский

Занятия проводятся в помещении эколого-геохимического научно-образовательного центра географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, который оснащен современным аналитическим оборудованием.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Кречетов Павел Петрович, доцент, преподаватели: Кречетов Павел Петрович, доцент, Терская Елена Вячеславовна, научный сотрудник

11. Разработчики программы: Кречетов Павел Петрович, доцент