

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

«29» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Химия почв**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Генезис и эволюция почв»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.23

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

*Целью освоения дисциплины* является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения
- ОПК-6 способность осуществлять в профессиональной деятельности анализ экспериментальных данных, выявлять имеющиеся связи и закономерности
- ПК-3 способность проводить подготовительный, полевой и камеральный этапы агрохимического обследования.

*Результатами освоения дисциплины* являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-2.2. Анализирует и объясняет взаимосвязи между количественными параметрами свойств почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников.
- ИОПК-6.1. Анализирует экспериментальные данные при выполнении НИР.
- ИОПК-6.2. Выявляет связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных.
- ИПК-3.4. Объясняет базовые принципы применения основных групп и видов удобрений и мелиорантов на почвах с различными свойствами (с учетом требований возделываемых сельскохозяйственных культур); учитывает экологические ограничения в соответствии с природоохранными нормами.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Сформировать представление о взаимосвязи между количественными параметрами химического состояния почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников.
- Научиться применять и анализировать экспериментальные данные по химическим свойствам почв при выполнении НИР.
- Сформировать представление о связях и закономерностях между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных.
- Освоить базовые принципы применения мелиорантов на почвах с различными свойствами.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 5, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам: «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Геология», «Почвоведение», «Физическая и коллоидная химия», «Физиология растений», «Основы химического анализа почв», «Лабораторный практикум по химии почв», в рамках которых студенты приобретают необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лекции: 24 ч.;

– семинарские занятия: 30 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

**Тема 1.** Исторические и методологические предпосылки возникновения химии почв как науки, основные направления, задачи и практическое значение.

Определение предмета, цели, задачи и методология. Роль химии почв в решении вопросов классификации, диагностики, генезиса, бонитировки и мелиорации почв. Особенности почвы как объекта химических исследований; теоретические, экспериментальные и полевые методы химии почв. Краткий очерк истории развития химии почв. Основные направления современной химии почв.

**Тема 2.** Элементный и фазовый состав почвы. Химический состав и окраска почв.

Понятие об элементном составе почвы и его специфика. Особенности элементного состава органогенных и песчаных почв. Значение элементного состава для решения вопросов диагностики, генезиса и классификации почв. Группировки элементов: макроэлементы, микроэлементы, биогенные элементы, педоморфные элементы. Способы выражения элементного состава почв. Мольные отношения элементов и их оксидов. Фазовый состав почвы. Химический состав и окраска почв.

**Тема 3.** Соединения щелочных и щелочноземельных металлов в почвах.

Общая характеристика щелочных элементов: источники, резервы, связь с минералогическим составом. Особенности педохимии калия и натрия; их распределение по гранулометрическим фракциям, обменные формы, солевые аккумуляции. Распределение калия и натрия в профилях главных типов почв, в сопряженных ландшафтах. Щелочные земли. Почвенные минералы, содержащие щелочные земли. Растворимость солей щелочных земель. Закономерности накопления карбонатов, сульфатов и хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов в почвах; засоление и рассоление почвы. Почвенно-химические функции данных элементов.

**Тема 4.** Почвенные растворы.

Определение понятия; методы выделения и изучения почвенных растворов. Формирование химического состава почвенных растворов. Концентрация и активность ионов и солей в почвенных растворах. Значение активностей в термодинамике почвенных процессов. Активности ионов как диагностический и классификационный признак почв и как показатель доступности питательных элементов. Потенциалы элементов питания и потенциальная буферная способность почв. Методы определения активности.

**Тема 5.** Катионообменная способность почв.

Основные понятия учения об ионообменной способности почв. Виды поглотительной способности. Почвенный поглощающий комплекс; строение и активные центры. Неравноценность активных центров и ее влияние на ионный обмен. Емкость катионного обмена (ЕКО) и ее зависимость от рода насыщающего катиона и реакции среды. Методы определения ЕКО. Селективность катионного обмена. Кинетика обмена катионов. Уравнения и изотермы катионного обмена. Катионный обмен и адсорбция. Обменные катионы в почвах. Состав обменных катионов и ЕКО главнейших типов почв; влияние минералогического состава и содержания органического вещества на уровни ЕКО. Влияние агротехнических мероприятий и мелиораций на состав обменных катионов.

**Тема 6.** Соединения алюминия и проблема почвенной кислотности.

Формы соединений алюминия в почвах. Виды почвенной кислотности. Распространение кислых почв, влияние кислотности на их продуктивность и способы ее регулирования.

**Тема 7.** Соединения кремния в почвах и кристаллохимия высокодисперсных минералов.

Формы соединений кремния. Оксиды кремния и кремниевая кислота. Миграционная способность соединений кремния. Алюмосиликаты. Основные понятия кристаллохимии. Строение кристаллических решеток и кристаллохимическая классификация глинистых минералов. Структура и свойства минералов групп каолинита, слюд и гидрослюд, монтмориллонита, вермикулита, почвенных хлоритов; смешанослойных минералов в почвах. Трансформационные изменения слоистых силикатов при почвообразовании. Методы идентификации и количественного определения глинистых минералов. Влияние отдельных групп глинистых минералов на свойства почв.

**Тема 8.** Соединения углерода.

*Минеральные и органические соединения углерода.*

Минеральные соединения углерода в почвах. Диоксид углерода, угольная кислота и карбонаты. Гипотезы происхождения соды. Карбонаты и природа щелочности почв. Органические соединения углерода. Классификация и номенклатура органических веществ почвы.

*Неспецифические органические вещества почвы.* Лигнин, флавоноиды и дубильные вещества. Пигменты Липиды, Углеводы. Азотсодержащие соединения.

*Гумусовые кислоты.* Гуминовые кислоты. Элементный состав, структурные фрагменты, оптические свойства, молекулярные массы. Фульвокислоты. Элементный состав, структурные фрагменты, оптические свойства, молекулярные массы.

*Строение гумусовых кислот и гипотезы гумификации.* Идентификация гумусовых кислот. Строение гумусовых кислот. Гипотезы образования гумусовых кислот. Кинетическая теория гумификации.

*Органоминеральные взаимодействия и соединения в почвах.* Функциональные группы гуминовых веществ. Природа связи гуминовых веществ с минеральными компонентами. Номенклатура органоминеральных производных. Простые гетерополярные, комплексно-гетерополярные соли и адсорбционные комплексы. Их образование, строение, свойства, миграционная способность и значение для почвообразования.

*Гумусное состояние почв.* Групповой и фракционный состав гумуса. Методы определения группового и фракционного состава. Географические закономерности гумусообразования, запасы органического вещества почв. Понятие о гумусном состоянии почв; система показателей. Гуминовые вещества в биосфере.

**Тема 9.** Азот, фосфор, сера в почвах.

Общая характеристика азота, фосфора и серы.

Соединения азота в почвах. Минеральные соединения азота. Фиксированный аммоний. Азот аминокислот, амидов, аминсахаров, гетероциклов. Процессы трансформации соединений азота в почвах; процессы аммонификации, нитрификации и денитрификации. Биогеохимия азота.

Соединения фосфора в почвах. Неорганические фосфаты. Органические соединения фосфора в почвах. Факторы, влияющие на изменение фосфатного состояния почв. Трансформация различных форм фосфора в почвах. Групповой состав фосфатов. Фосфатный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к фосфатам

Формы соединений серы. Содержание и распределение серы в почвах. Превращения соединений серы в почвах.

**Тема 10.** Железо и марганец в почвах.

Источники железа в почвах. Железо-марганцевые новообразования, зоны аккумуляции железа. Педохимия железа. Формы соединений железа и окраска почв. Групповой состав соединений железа по Зонну. Трансформация и подвижность соединений железа. Минеральные группы оксидов и гидроксидов железа. Взаимодействие ионов железа с органическим веществом почвы.

Формы соединений марганца в почвах. Диаграмма устойчивости минеральных соединений марганца в почвах.

**Тема 11.** Окислительно-восстановительные процессы и режимы в почвах. Окислительно-восстановительного потенциала (ОВП почвы). Уровни и пределы колебаний величин окислительно-восстановительного потенциала в почвах. Потенциалоопределяющие системы в почвах. Окислительное состояние главных типов почв. Типы окислительно-восстановительных режимов. Влияние окислительно-восстановительных процессов на химическое состояние почв. Методы определения окислительных потенциалов и изучения окислительно-восстановительных режимов.

**Тема 12.** Микроэлементы и химическое загрязнение почв.

Микроэлементы в почвах и в живых организмах. Содержание микроэлементов в объектах биосферы. Функции микроэлементов в живых организмах. Участие микроэлементов в почвообразовании. Биогеохимические циклы микроэлементов. Биогеохимические зоны и провинции. Техногенные аномалии.

Формы соединений микроэлементов в почвах. Характеристика основных групп микроэлементов (редкие щелочные элементы, подгруппа цинка, бор и другие элементы 111 группы, свинец, некоторые элементы V группы, селен, молибден, галогены).

Химическое загрязнение и охрана почв.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ и тестирования по лекционному материалу, решения ситуационных задач и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в пятом семестре** проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два вопроса и две ситуационные задачи, ответы на которые позволяют оценить сформированность ИОПК-2.2, ИОПК- 6.1, ИОПК- 6.2, ИПК-3.4. Продолжительность экзамена 1,5 час.

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Исторические и методологические предпосылки возникновения химии почв как науки. Основные направления химии почв, задачи и практическое значение.
2. Основные этапы развития химии почв в XVIII-XIX в.в.
3. Экспериментальные исследования в области химии почв в XXв.
4. Элементный состав почв, особенности и роль в генезисе и плодородии почв.
5. Классификации химических элементов и возможность их использования для решения задач почвоведения.
6. Способы выражения элементного состава почв. Мольные отношения элементов и их использование для химической характеристики почв и направления почвообразовательных процессов.
7. Радиоактивность почв.
8. Химический состав и окраска почв.
9. Источники и соединения щелочных металлов в почвах.
10. Источники и соединения щелочноземельных металлов в почвах.
11. Почвенные растворы и методы их выделения.
12. Химический состав почвенных растворов.
13. Концентрация и активность ионов в почвенных растворах, и способы их

выражения.

14. Калийный потенциал почв.
15. Методы определения активности калия и калийного потенциала.
16. Калийная потенциальная буферная способность почв.
17. Использование активностей ионов водорода, натрия и кальция для характеристики почв
18. Поглощительная способность почв, ее природа и виды.
19. Почвенные коллоиды, их строение, состав и свойства.
20. Возникновение заряда почвенных коллоидов и закономерности катионного обмена.
21. Кинетика и статика сорбционных процессов.
22. Состав обменных катионов и ЕКО главнейших типов почв.
23. Почвенная кислотность, виды и способы регулирования.
24. Соединения кремния в почвах и их роль в почвообразовании.
25. Основные понятия кристаллохимии (к.ч., радиусы, упаковки, изоморфизм).
26. Строение кристаллических решеток и свойства минералов группы каолинита.
27. Строение кристаллических решеток и свойства минералов группы слюд и гидрослюд.
28. Строение кристаллических решеток и свойства минералов группы монтмориллонита и вермикулита.
29. Строение кристаллических решеток и свойства почвенных хлоритов и смешанослойных минералов.
30. Трансформационные изменения слоистых силикатов почв.
31. Методы изучения и диагностики высокодисперсных минералов почв.
32. Минеральные соединения углерода в почвах и гипотезы происхождения соды.
33. Органические соединения углерода. Классификация и номенклатура органических веществ почвы.
34. Неспецифические органические вещества почвы
35. Гуминовые кислоты, их элементный состав и свойства.
36. Фульвокислоты, их элементный состав и свойства.
37. Гипотезы образования гумусовых кислот.
38. Кинетическая теория гумификации.
39. Органоминеральные соединения в почвах и основные функциональные группы гумусовых кислот.
40. Групповой и фракционный состав гумуса и методы его определения.
41. Значение органического вещества в процессах почвообразования и плодородия почв
42. Закономерности гумусообразования и особенности группового и фракционного состава гумуса различных типов почв.
43. Основные показатели гумусного состояния почв.
44. Гуминовые вещества в биосфере.
45. Соединения азота в почвах.
46. Соединения фосфора в почвах.
47. Соединения серы в почвах.
48. Источники и соединения железа в почвах, их трансформация и подвижность.
49. Окислительно-восстановительный потенциал почв и окислительное состояние основных типов почв.

50. Типы окислительно-восстановительных режимов почв и влияние их на химическое состояние почв.
51. Микроэлементы в почвах, их содержание и закономерности распределения.
52. Химическое загрязнение почв.

*Примеры ситуационных задач:*

Задача 1.

Дано: Почвы (дерново-подзолистая, серая лесная, чернозем обыкновенный, солонец) расположены в зоне лесостепи.

Требуется:

1. Обосновать состав обменных катионов ППК
2. Определить принадлежность почв к группе насыщенных и ненасыщенных основаниями. Охарактеризовать влияние кислотности на продуктивность почв и раскрыть способы ее устранения.
3. Предложить и обосновать комплекс мелиоративных мероприятий, направленных на регулирование ЕКО и состава ППК данных почв.

Задача 2.

Дано: Формула профиля почвы: Ad – A<sub>1</sub>– A<sub>2g</sub> – V<sub>feг</sub> – C. Формируется в южной тайге. Тип гумуса – фульватный. В состав ППК входят ионы кальция, магния, водорода. Морена глинистого состава.

Требуется:

1. Установить, по какому типу сформирована данная почва.
2. Определить процессы, протекающие в данной почве.
2. Выявить, на основании связи между почвенными свойствами и процессами, таксономическую принадлежность данной почвы.

***Критерии оценивания:***

*Отлично* – даны полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано умение анализировать информацию, оперировать ею; в ходе решения ситуационной задачи даны верные ответы, демонстрирующие сформированность ИОПК-2.2., ИОПК- 6.1, ИОПК- 6.2, ИПК-3.4. на высоком и достаточном уровне.

*Хорошо* – даны полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано хорошее умение анализировать информацию, оперировать ею; в ходе решения ситуационной задачи даны верные или с небольшими неточностями ответы, демонстрирующие сформированность ИОПК-2.2., ИОПК- 6.1, ИОПК- 6.2, ИПК-3.4. на хорошем уровне.

*Удовлетворительно* – даны не совсем полные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано слабое умение анализировать информацию, оперировать ею; в ходе решения ситуационной задачи даны ответы, демонстрирующие сформированность ИОПК-2.2., ИОПК- 6.1, ИОПК- 6.2, ИПК-3.4 на среднем уровне.

*Неудовлетворительно* – даны слишком краткие, фрагментарные или неверные ответы на поставленные теоретические вопросы, показано неумение анализировать информацию, оперировать ею и непонимание возможностей применимости полученных знаний в практической профессиональной деятельности; в ходе решения ситуационной задачи допущены грубые ошибки, свидетельствующие об отсутствии сформированности. ИОПК-2.2., ИОПК- 6.1, ИОПК- 6.2, ИПК-3.4 на достаточном уровне.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине: тестовые задания, контрольные работы, теоретические вопросы и ситуационные задачи к семинарам и зачету, билеты к зачету.

в) План семинарских занятий по дисциплине представлен в курсе Moodle.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов представлены в курсе Moodle.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

- Орлов Д.С. Химия почв: Учебник. / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 558 с.
- Орлов Д.С. Химия почв: Учебник. / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.
- Соколова Т.А. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. / Т.А. Соколова, Т.Я. Дронова, И.И. Толпешта. – Тула: Гриф и К., 2005. – 336 с.
- Соколова Т.А. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и почвенном растворе. / Т.А. Соколова, И.И. Толпешта, С.Я. Трофимов. – Тула: Гриф и К., 2007. – 96 с.
- Соколова Т.А. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: учебное пособие по некоторым главам химии почв. / Т.А. Соколова, С.Я. Трофимов. – М.: «Университетская книга», 2009. – 172 с.
- Трофимов С.Я. Жидкая фаза почв: учебное пособие по некоторым главам химии почв. / С.Я. Трофимов, Н.И. Караванова. – М.: «Университетская книга», 2009. – 111 с.
- Трофимов С.Я. Минеральные компоненты почв: учебное пособие по некоторым главам химии почв. / С.Я. Трофимов, Т.А. Соколова, Т.Я. Дронова, И.И. Толпешта. – Тула: Гриф и К., 2007. – 104 с.

б) дополнительная литература:

- Александрова Л.Н. Органическое вещество почв и процессы его трансформации. / Л.Н. Александрова. – Л., 1980. – 287 с.
- Мамонтов В.Г. Практикум по химии почв: учебное пособие для студентов и бакалавров вузов. / В.Г. Мамонтов, А.А. Гладков. – Москва : Форум, 2015. – 271 с.
- Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
- Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. / В.М. Семенов, Б.М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
- Середина В.П. Загрязнение почв: учебное пособие. / В.П. Середина. – Издательский дом Томского государственного университета, 2015. – 346 с.
- Середина В.П. Калий и почвообразование: учебное пособие. / В.П. Середина. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. – 354 с.
- Середина В.П. Показатели и методы оценки кислотно - основных и катионообменных свойств почв. / В.П. Середина, В.З. Спирина. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2009. – 130 с.
- Тейт Р. Органическое вещество почвы. - М.: Мир, 1991. – 400 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» URL : <http://elibrary.ru/>
2. Почвенный музей ТГУ URL : <http://www.photosoil.ru/>
3. Электронная библиотека НБ ТГУ URL : <http://www.lib.tsu.ru/ru>

## **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).



- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
  - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
  - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
  - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Середина Валентина Петровна, д.б.н., профессор, кафедра почвоведения и экологии почв БИ НИ ТГУ, профессор.