

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

Биологический институт

Д.С. Воробьев

«21» марта 20 22 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

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.23

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2022

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 – A₁– A_{2g} – V_{feг} – 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 OneNote, 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.