

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 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Химический анализ 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.26

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-1 – способность для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.

– ПК-3 – способность проводить подготовительный, полевой и камеральный этапы агрохимического обследования.

– ПК-4 – способность решать научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации

*Результатами освоения дисциплины* являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.2. Аргументирует использование методов естественных наук для решения задач профессиональной деятельности

ИПК-3.2. Выбирает методики проведения агрохимического обследования почв и демонстрирует навыки их лабораторного исследования

ИПК-4.1. Владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Научиться анализировать использование методов естественных наук для решения задач оценки химического состояния почв.

– Научиться выбирать и применять методики лабораторного исследования химических, физико-химических свойств почв.

– Освоить и научиться применять современные методы исследования почв.

## **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 6, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Почвоведение», «Аналитическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Основы химического анализа почв», «Химия 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 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 6 ч.;

– семинарские занятия: 30 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 час.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

**Тема 1.** Введение. Цели и задачи дисциплины. Роль русских ученых в развитии исследований по изучению химических свойств почв.

Положение курса «Химический анализ почв» в системе дисциплин, изучающих химию почв, цели и задачи курса. Роль русских ученых П.А. Костычева, П.С. Коссовича, К.К. Гедройца в развитии исследований по изучению химических свойств почв. Работы И.В. Тюрина, И.Н. Антипова - Каратаева, Н.П. Ремезова, М.М. Кононовой.

**Тема 2.** Понятие о химическом состоянии почв.

Система показателей химического состояния почв. Номенклатура, единицы измерения, символы. Показатели свойств, показатели направления и скорости почвенных процессов. Интенсивные и экстенсивные показатели. Частные системы показателей. Уровни показателей химического состояния почв.

**Тема 3.** Классификация методов исследования почв.

Классические химические методы. Количественные химические (гравиметрические, титриметрические, комплексонометрические) методы исследования почв. Инструментальные (спектральные, электрохимические) методы анализа и их назначение. Метрологические параметры аналитических методов (чувствительность, правильность, сходимость, воспроизводимость, точность, производительность).

**Тема 4.** Почва как объект химического анализа.

Нерастворимость проб почв. Присутствие органических веществ. Сложность элементного химического состава. Разнообразие форм соединений элементов. Разнокачественность состава почв. Непостоянство состава почв во времени. Полидисперсность почвы. Пространственная неоднородность химического состава почв. Представительность проб. Методика взятия средней и лабораторной проб. Способы выражения результатов анализа. Гигроскопическая влага и перерасчет результатов анализа на сухую почву. Потеря при прокаливании и перерасчет результатов анализа на прокаленную почву. Вычисления в химическом анализе почв.

**Тема 5.** Методы валового анализа органической части почв.

Углерод в почвах и обзор методов определения органического углерода. Методы, основанные на отгонке диоксида углерода. Гравиметрические методы (метод Густавсона, метод Кноппа-Сабанина). Газоволюмометрические методы. Титриметрические методы.

Косвенные методы определения органического углерода в почвах. Метод Тюрина в модификации Симакова. Фотометрический вариант Орлова - Гриндель. Азот в почвах и методы его определения. Определение содержания общего азота методом Кьельдаля. Фотометрические методы определения азота. Определение содержания общего азота методом Иодльбауэра. Одновременное определение общего содержания углерода и азота в почвах по методу К.Е. Гинзбург. Отношение C:N/.

**Тема 6.** Показатели и методы определения элементного состава минеральной части почв (валовой анализ).

Определяемые элементы и способы выражения результатов валового анализа почв. Значение валового анализа при изучении генезиса почв, процессов почвообразования, а также для оценки плодородия почв. Валовой анализ, его ускоренные модификации. Способы разложения почв. Разложение почв кислотами. Разложение почв сплавлением. Разложение почв спеканием. Методы анализа продуктов разложения почв. Методы и принципы определения кремния, железа, алюминия, титана, марганца, фосфора, кальция и магния. Разложение почв плавиковой кислотой и определение калия и натрия.

**Тема 7.** Потенциометрические методы определения и их использование в практике химического анализа почв.

Принцип потенциометрического метода. Значение и область применения для исследования почв. Потенциал индикаторного электрода Э.Д.С. цепи и принципы ее измерения. Электроды, применяемые в потенциометрии. Аппаратура для

потенциометрического анализа. Порядок работы на ионометрах. Реакция почвенных вытяжек и суспензий и ее определение. Измерение рН водных суспензий и водных вытяжек из почв. Измерение рН солевой вытяжки. Измерение рН в почвенных пастах и непосредственно в почве. Окислительно-восстановительный потенциал и методы его измерения в почвах. Зависимость величин ОВП от типа почвы и условий их формирования. Электроды для измерения ОВП. Лабораторные измерения ОВП почв. Полевые измерения ОВП почв.

**Тема 8.** Фотометрическое изучение состава и свойств почвенных компонентов. Использование адсорбционной спектрофотометрии. Теоретические основы спектрофотометрии. Взаимодействие света и вещества. Понятие «спектр поглощения». Количественные закономерности поглощения света веществом. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент погашения и предел обнаружения вещества. Количественный анализ окрашенного компонента. Ошибки при спектрофотометрических измерениях. Способы количественного анализа. Аппаратура. Светофильтры, монохроматоры, кюветы. Визуальные методы измерения интенсивности окраски. Спектрофотометрические методы определения общего содержания фосфора, железа и органического углерода в почвах и некоторых подвижных форм соединений элементов. Подбор кювет и светофильтров. Приготовление стандартных и эталонных растворов. Ход анализа на ФЭК и КФК-2. Факторы, влияющие на воспроизводимость анализа. Построение графика калибровочной кривой. Методы расчета.

**Тема 9.** Атомно-эмиссионная спектрофотометрия, назначение и возможности метода в почвенных исследованиях.

Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с возбуждением в электрической дуге постоянного тока или в электрическом искровом разряде. Назначение и возможности метода. Основы теории эмиссионного спектрального анализа. Происхождение спектров. Интенсивность спектральных линий. Источники возбуждения атомов. Пламя. Дуговые разряды между электродами. Области применения различных источников возбуждения. Спектральные приборы для эмиссионного спектрального анализа. Принципиальная схема спектрального прибора. Устройство и тип спектрографов. Основные характеристики спектрального прибора. Регистрация спектров и определение интенсивности спектральных линий. Фотографический и фотоэлектрический методы регистрации интенсивности спектральных линий. Качественный и полуколичественный спектральный анализ. Основные положения количественного спектрального анализа. Метод трех эталонов. Эталоны для спектрального анализа.

**Тема 10.** Эмиссионный пламенно-фотометрический метод и использование его для определения щелочных элементов.

Чувствительность определения элементов методом пламенной фотометрии. Характеристика метода. Пламя как источник возбуждения. Зависимость температуры пламени от состава газа. Пламенно-фотометрические установки. Принципиальная схема пламенного фотометра. Устройство пламенного фотометра и правила работы на нем. Применение метода пламенной фотометрии к анализу почв. Определение в почве щелочных металлов калия и натрия методом пламенной фотометрии. Приготовление стандартных и эталонных растворов. Ход анализа на пламенном фотометре. Факторы, влияющие на воспроизводимость анализа. Методы расчета содержания щелочных элементов в почвах: метод ограничивающих эталонов, метод графика калибровочной кривой.

**Тема 11.** Хроматография и возможности применения метода в почвенных исследованиях.

Сущность метода хроматографии и области его применения в почвоведении. Классификация методов хроматографии: в зависимости от способа перемещения разделяемой смеси, в зависимости от природы процесса, агрегатного состояния, способов оформления процесса. Плоскостная хроматография: тонкослойная и хроматография на

бумаге. Применение плоскостной хроматографии в почвенных исследованиях. Ионообменная хроматография. Сущность процесса. Использование метода в почвенных исследованиях для концентрирования и разделения элементов. Гель-хроматография. Сущность и назначение метода. Применение при исследовании органического вещества почв.

**Тема 12.** Интерпретация результатов химического анализа почв.

Проверка гипотезы однородности почвообразующей породы. Показатели дифференциации почвенного профиля. Коэффициенты дифференциации почвенного профиля по валовому содержанию химических элементов. Элювиально-аккумулятивные коэффициенты. Коэффициенты обогащения гранулометрических фракций химическими элементами. Мольные отношения и их использование для характеристики минералогического состава почв, направления и характера почвообразовательных процессов.

### **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 шестом семестре** проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два вопроса и одну ситуационную задачу, ответы на которые позволяют оценить сформированность ИОПК-1.2; ИПК-3.2; ИПК-4.1. Продолжительность экзамена 1,5 час.

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Цель и задачи дисциплины «Химический анализ почв». Краткая история развития.
2. Классификация методов исследования почв.
3. Достоинства и недостатки химических и физико-химических методов исследования.
4. Химические методы анализа. Характеристика, принципы.
5. Характеристика и возможность использования в почвенных исследованиях электрохимических методов.
6. Характеристика и возможность использования в почвенных исследованиях оптических методов.
7. Характеристика и возможность использования в почвенных исследованиях комплексонометрических методов.
8. Система показателей химического состояния почв и их информативность
9. Особенности почвы как объекта химического анализа.
10. Способы выражения результатов анализа почв.
11. Почвенные пробы, их представительность, подготовка почв к анализу
12. Методы определения углерода органических соединений, основанные на отгонке диоксида углерода.
13. Косвенные методы определения углерода органических соединений.
14. Азот в почвах и методы его определения.
15. Определяемые элементы и способы выражения результатов валового анализа почв
16. Способы разложения почв кислотами.
17. Методы количественного анализа продуктов разложения почв.
18. Разложение почв сплавлением и спеканием.
19. Методы количественного валового анализа продуктов разложения почв
20. Назначение и возможности ионометрического анализа
21. Основные принципы использования ион-селективных электродов
22. Индикаторные электроды и их характеристика

23. Электроды сравнения и принципы измерения рН
24. Реакция почвенных вытяжек и суспензий и ее определение
25. Назначение и возможности фотометрических методов.
26. Основы теории фотометрического анализа
27. Фотоэлектроколориметрия. Принцип метода. Схема фотоэлектроколориметра. Аппаратура.
28. Спектрофотометрический анализ. Принцип метода. Схема спектрофотометра. Аппаратура.
29. Подбор светофильтра и выбор кюветы для фотометрического анализа.
30. Количественный фотометрический анализ.
31. Назначение и возможности эмиссионного спектрального анализа.
32. Основы теории эмиссионного спектрального анализа, общая схема.
33. Электрические источники возбуждения.
34. Пламя как источник возбуждения
35. Принципиальная схема и основные характеристики спектрографов
36. Подготовка образцов и эталонов для эмиссионного спектрального анализа.
37. Фотоэлектрические и фотографические методы регистрации спектральных линий. Измерение почернений аналитической линии.
38. Пламенная фотометрия. Теоретические основы.
39. Устройство пламенных фотометров.
40. Расчеты концентрации щелочных и щелочноземельных элементов в пламенной фотометрии.
41. Качественный и полуколичественный спектральный анализ.
42. Основные положения и методы количественного спектрального анализа.
43. Сущность и классификация хроматографических методов.
44. Ионообменная хроматография и возможность использования в почвенных исследованиях.
45. Гель-хроматография и возможность использования в почвенных исследованиях.
46. Интерпретация результатов химического анализа почв.

*Примеры ситуационных задач:*

Задача 1.

Дано: Почвы различных типов почвообразования: подзолистые, южные черноземы, солонцы.

Требуется:

1. Научиться применять понятийный аппарат для оценки основных показателей катионообменных свойств почв.
2. Обсудить информативность отдельных показателей катионообменных свойств почв.
3. Предложить соответствующие методы и методики определения катионообменных свойств подзолистых, южных черноземов, солонцовых почв.

***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-1.2., ИПК-3.2, ИПК-4.1 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-1.2., ИПК-3.2, ИПК-4.1 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-1.2., ИПК-3.2, ИПК-4.1 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-1.2., ИПК-3.2, ИПК-4.1 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 экзамену, билеты к экзамену.

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:

– Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – Учебник для студентов вузов. / Л.А. Воробьева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 151 с.

– Кречетов П.П. Химия почв. Аналитические методы исследования. / П.П. Кречетов, Т.М. Дианова. – Изд-во: Географический факультет МГУ, 2009. – 149 с.

– Орлов Д.С. Методические указания по обработке и интерпретации результатов химического анализа почв. / Д.С. Орлов, Г.В. Мотузова, Н.С. Малинина. – Изд-во МГУ, 1986. – 111с. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000098570/000098570.pdf>

– Отмахов В.И. Пламенно-фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Томский гос. ун-т. Кафедра аналитической химии. / В.И. Отмахов, Е.В. Петрова, З.И. Отмахова. – Томск, 1998. – Электрон. верс. печат. публ. – Доступ с сайта электронной библиотеки НБ ТГУ.

– Растворова О.Г. Химический анализ почв. / О.Г. Растворова., Д.П. Андреев, Э.И. Гагарина. – СПб.: Изд-во Сиб. ГУ, 1995. – 263 с.

– Середина В.П. Аналитические методы исследования почв. Учебное пособие. / В.П. Середина, В.З. Спирина. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2007. – 106 с.

– Теория и практика химического анализа почв // Под редакцией Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

– Физико-химические методы исследования почв // Под ред. Н.Г. Зырина, Д.С. Орлова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 381 с.

б) дополнительная литература:

– Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв [Электронный ресурс] / отв.ред. А.И. Бусев. / Е.В. Аринушкина. – М.: Издательство Московского университета, 1970. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – 488 с. – Электрон. верс. печат. публикации. – Доступ с сайта ЭБС. – URL: <http://www.pochva.com/?content=1>

– Воробьева Л.А. Теория и методы химического анализа почв. / Л.А. Воробьева. – М.: Изд-во Моск. н-та, 1995. – 135 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. Химия почв: Учебник. / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 558 с.

– Практическое руководство по химическим методам анализа: учебное пособие для студентов нехимических специальностей / Л.Б. Наумова, В.Н. Баталова, Е.В. Петрова [и др.]; Том. гос. ун-т. – Томск : Том. гос. ун-т, 2011. – 119 с.  
URL:<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000421596>

– Середина В.П. Методы определения питательных элементов (NPK) (Учебное пособие). / В.П. Середина, В.З. Спирина. – Томск: Изд-во ТГУ, 2007. – 86 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.

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.