

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Биологического института  
Д.С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химические методы анализа**

по направлению подготовки

**35.03.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Агробиология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.С. Бабенко

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;
- ПК-3 Способен к участию в проведении научно-исследовательских работ в области агрономии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-5.1. Имеет представление о постановке экспериментов в профессиональной деятельности;
- ИОПК-5.2. Участвует в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;
- ИПК-3.1. Участвует в закладке полевых и лабораторных опытов в рамках испытаний новых сортов сельскохозяйственных культур, пестицидов, агрохимиков и агротехнических мероприятий.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Знать сущность современных физико-химических методов исследования почв и растений.
- Освоить принцип действия приборов, используемых в физико-химическом анализе.
- Владеть методами экспериментальной работы и представления результатов исследования в агрономии и их критической оценки.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Семестр 5, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химия неорганическая и аналитическая, физиология растений, земледелие, химия физическая и коллоидная, биохимия растений, приборы и оборудование в биотехнологии.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 24 ч.;
- лабораторные работы: 30 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### Тема 1. Введение

Основные технологические процессы в растениеводстве и агрохимии, требующие физико-химических анализов. Особенности почвы и растений как объектов физико-химического анализа. Физика, химия и биология среды обитания культурных растений. Современные методы агрофизического, агрохимического и биологического исследования (анализа) почвы и растений. Общее в аналитических методах исследований растений и почвы.

### Тема 2. Классификация физико-химических методов.

Физико-химические методы анализа: спектральные, электрохимические, хроматографические, термические и др. Сущность методов. Понятие об аналитических приборах. Типы аналитических приборов.

### Тема 3. Подготовка к анализам. Особенности отбора проб.

Технические средства отбора (отбор с регистрацией координат). Протокол отбора проб. Эtiquетирование, транспортировка, сушка, просеивание, размол, хранение. Электронные системы учета. Банки данных. Статистические методы обработки результатов. Лабораторные и экспрессные методы диагностики почвы и растений.

### Тема 4. Химические методы анализа.

Гравиметрические методы и методы титрования: виды, использование.

### Тема 5. Оптические методы анализа.

Методы анализа с помощью светового и электронного микроскопов. Рефрактометрия. Поляриметры.

### Тема 6. Спектральный анализ. Сущность фотометрии.

Использование пламенной фотометрии в агрономических исследованиях. Основные приборы. Достоинства и недостатки метода. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Сущность метода, достоинство и недостатки с позиции агрономических исследований. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Сущность метода. Применение ЯМР в исследованиях.

### Тема 7. Электрохимические методы.

Кондуктометрия и ее использование в точном земледелии. Потенциометрия. Сущность потенциометрии. Применение потенциометрических методов в агрономии: диагностике рН, ионов Са, К, Сl, NO<sub>3</sub> и др.

### Тема 8. Хроматографические методы.

Сущность метода. Примеры использования в экологическом земледелии и растениеводстве. Электрофорез.

### Тема 9. Физические методы исследования почвенных образцов.

Физика среды обитания растений. Использование агрофизической информации при управлении плодородием почвы. Физические методы определения базовых характеристик агрофизического состояния почвы. Методы изучения гидрофизических свойств

### Тема 10. Химические методы исследования почвенных образцов.

Значение учета содержания воды в образцах и методы ее определения. Методы определения концентрации при инструментальных исследованиях. Метод стандарта (сравнения) и метод калибровочного графика. Ошибки химического анализа. Особенность систем отбора проб неоднородных участков при определении рН, содержания подвижных макро- и микроэлементов. Определение различных форм азота. Классические методы определения кислотности почвы и доступных элементов питания. Определение неорганических вредных веществ (тяжелых металлов). Методы определения органического вещества почвы, методы определения дыхания, методы определения микробиологической активности. Экспресс методы.

### Тема 11. Физические методы исследования растений.

Методы инструментальной оценки морфофизиологического состояния растений: массы, площади листьев, состояния развития корневых систем. Спутниковое

дистанционное зондирование состояния фитоценозов, фотограмметрия посевов. Исследование CO<sub>2</sub>-газообмена и других фотосинтетических показателей и их роли в формировании продуктивности растений. Определение основных фотосинтетических пигментов в листьях по спектрам поглощения, снятым на двухлучевом регистрирующем спектрофотометре UV-1600PC фирмы «SHIMADZU» с компьютерным управлением. Определение чистой продуктивности фотосинтеза. Расчет фотосинтетического потенциала.

Работа на двухлучевом спектрофотометре UV-1601 PC (Япония) с программным управлением, работа на полевом газоанализаторе LiCor-6400 с различными камерами. Работа на инфракрасном спектрофотометре Инфралюм ФЦ-10 с целью определения качества зерна у различных сортов пшеницы: влажность, стекловидность, содержание белка, количество и качество клейковины.

Тема 12. Биохимические методы анализа растений.

Отбор, этикетирование, транспортировка и хранение проб для анализа. Средние пробы культурных растений и подготовка их к анализу (включая семена) - отбор с отдельных растений, мелкоделяночных посевов, крупных делянок. Определение общего содержания воды в растительных объектах. Определение свободной и связанной форм воды рефрактометрическим методом. Расчет транспирационного коэффициента и продуктивности транспирации. Экспресс-методы листовой и тканевой диагностики потребности растений в отдельных питательных элементах: азоте, фосфоре, калии. Количественное определение содержания нитратов в растительных объектах на нитратомерах. Принцип работы и краткая характеристика прибора, управление прибором, специфика использования в технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур. Определение кислотности клеточного сока.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, контроля выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

**Зачет в пятом семестре** проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1 час.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Методы исследования действия высоких температур на физиологические процессы сельскохозяйственных растений.
2. Солеустойчивость растений, методы определения.
3. Способы определения влияния тяжелых металлов на физиологические процессы растений.
4. Приборы и оборудование для исследования механизмов устойчивости растений к УФ - радиации.
5. Методы определения приспособленности растений к низким положительным температурам.
6. Обратимые и необратимые повреждения растений. Методы определения повреждений тканей и органов.
7. Приборы и методы определения газоустойчивости культурных растений.
8. Применение инструментального оборудования при определении жизнеспособности сельскохозяйственных культур в зимний и ранневесенний периоды.
9. Этапы закладки вегетационного опыта?
10. Методы определения засухоустойчивости растения.
11. Агротехнические приёмы, повышающие эффективность гипсования.

12. Какой агрохимический приём понижает усвоение растениями стронция из кислых почв?
13. Основные требования к правильному внесению извести, рассев извести.
14. Агротехнические приёмы, способствующие накоплению минеральных форм азота в почве.
15. Какие тяжёлые металлы накапливаются в почве по обочинам шоссейных дорог? Какими методами можно определить их содержание?
16. В чём преимущество поточных методов анализа почв?
17. Какими методами пользуются при массовых анализах почв и растений в агрохимических лабораториях?
18. Методы диагностирования оценки потребности растений в азотных удобрениях.
19. Инструментальные методы определения калия. Под влиянием каких условий ускоряется переход калия из труднодоступной в усвояемую для растений форму?
20. Характеристика полевых и лабораторных экспресс-методах для анализа почв и растений.
21. Методы и оборудование для определения фосфора. Как определить дозу фосфорных удобрений?
22. Методы и оборудование для определения содержания азота в почве и динамики его превращения.
23. В чем состоит сущность метода фотометрии?
24. В чем состоит сущность атомно-абсорбционный спектрального анализа?
25. Сущность электрохимического метода.
26. Сущность потенциометрии.
27. Охарактеризуйте принципы работы на спектрофотометрах.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который: усвоил предусмотренный программный материал; правильно ответил на вопрос, привел пример(ы); показал достаточно глубокие, систематизированные знания; владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников; связывает теоретические основы дисциплины с практикой и другими темами данного курса. Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который: не справился с вопросами; в ответе на вопросы допустил существенные ошибки; не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

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

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25684>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

- а) основная литература:
  - Лебухов В.И., Окара А.И., Павлюченкова Л.П. Физико-химические методы исследования – 1-е изд., перераб. / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. – 2013. – 448 с. <https://e.lanbook.com/book/4543#authors>
  - Мамонтов В.Г. Методы почвенных исследований /. СПб. Лань, 2016. – 264 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/76275>
  - Ступин А.С. Основы семеноведения: учебное пособие / А.С. Ступин. – СПб. Лань, 2014. – 377 с.

- Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.А. Практикум по агрономическому почвоведению. 2-изд. СПб: Лань. – 2013. – 448 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/32820>
- Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / Под ред.: Кузнецов Вл.В., Кузнецов В.В., Романов Г.А. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 487 с.
- Белопухов С.Л. Инструментальные методы исследований объектов агросферы: учебное пособие / С.Л. Белопухов, И.И. Дмитриевская, О.В. Елисеева и др. – Москва: Проспект, 2021. – 160 с.

б) дополнительная литература:

- Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований: учебное пособие/Пискунов А.С.– М.: КолосС. – 2004.– 310 с.
- Панкратова Е.М. Практикум по физиологии растений с основами биологической химии: учебное пособие/ Панкратова Е.М., М.: Колос С, 2011. – 174 с.
- Практическое руководство по химическим методам анализа: учебное пособие для студентов нехимических специальностей /Л. Б. Наумова, В. Н. Баталова, Е. В. Петрова [и др.] Изд-во Том. гос. ун-т, 2011. – 119 с. / <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000421596>
- Воробейников Г.А., Царенко В.П., Лунина Н.Ф. Полевые и вегетационные исследования по агрохимии и фитофизиологии: [учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 110100 "Агрохимия и агропочвоведение"]. Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2014. – 142 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <http://www.consultant.ru> – Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система
- <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
- <https://cyberleninka.ru> – КиберЛенинка. Научная электронная библиотека.
- <http://www.sciencedirect.com/> – Крупнейший в мире электронный ресурс информации по науке, технологии и медицине.
- <http://www2.viniti.ru/products/referativnyj-zhurnal> – Реферативный журнал Винити РАН:

### 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.

Лаборатории, имеющие необходимое оборудование: вытяжной шкаф, центрифуги, спектрофотометры, рефрактометры, инфракрасный спектрофотометр ИнфраЛюм ФТ-10, климатическая камера, влагомеры, нитратомеры, сушильные шкафы и термостаты, рН-метры, кондуктомеры, весы и др. Для выполнения лабораторных занятий необходимы химические реактивы и посуда (Спирина В.З., Соловьева Т.П. Агрехимические методы исследования почв, растений и удобрений: уч. пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 336 с., Астафурова Т.П., Войцеховская С.А. и др. Специальный практикум по физиологии и биохимии растений. – Томск: ТГУ, 2001. Вып. 4. – 54 с.)

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

Сурнина Елена Николаевна, кафедра сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ, старший преподаватель

Рецензент: Астафурова Татьяна Петровна – профессор, доктор биологических наук