

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет агрохимии и защиты растений  
Химии



УТВЕРЖДЕНО  
Декан  
Лебедовский И.А.  
Протокол от 22.04.2025 № 8

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Направленность (профиль)подготовки: Агробиохимия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

Объем:  
в зачетных единицах: 2 з.е.  
в академических часах: 72 ак.ч.

2025

**Разработчики:**

Доцент, кафедра химии Шабанова И.В.

**Рецензенты:**

Зеленов Валерий Игоревич, к.х.н., доцент кафедры химии и информационных технологий в химии Кубанского ГУ

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, утвержденного приказом Минобрнауки от 26.07.2017 № 700, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Агрохимик-почвовед", утвержден приказом Минтруда России от 02.09.2020 № 551н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Химии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Кайгородова Е.А.	Согласовано	14.04.2025, № 8
2	Агрохимии и защиты растений	Председатель методической комиссии/совета	Москаleva H.A.	Согласовано	22.04.2025, № 8

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Цель освоения дисциплины - является формирование знаний по принципам и методам иеструментальных методов исследования природных объектов, умений и навыков работы с соответствующими приборами и способности критически оценивать полученные результаты в плане экологической безопасности используемых технологий.

Задачи изучения дисциплины:

- – изучение закономерностей физических и физико-химических процессов, приводящих к формированию аналитических сигналов;
  - изучение характеристик важнейших спектральных, электрохимических и хроматографических методов, используемых для экологического контроля окружающей среды;
  - освоение принципа действия приборов, используемых в физико-химическом анализе;
  - приобретение навыков пробоподготовки и работы на наиболее распространенных приборах;
  - овладение умением выбора аналитических приборов, исходя из состава и свойств анализируемого объекта, возможностей метода и конкретного прибора, материального уровня лаборатории.
- .

## **2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-П8 Способен провести агроэкологический мониторинг сельскохозяйственных угодий

ПК-П8.1 Методика отбора почвенных и растительных образцов

*Знать:*

ПК-П8.1/Зн1 Методика отбора почвенных и растительных образцов

*Уметь:*

ПК-П8.1/Ум1 Методика отбора почвенных и растительных образцов

*Владеть:*

ПК-П8.1/Нв1 Методика отбора почвенных и растительных образцов

ПК-П8.2 Организовать сбор анализируемого органического материала из различных объектов окружающей среды

*Знать:*

ПК-П8.2/Зн1 Организовать сбор анализируемого органического материала из различных объектов окружающей среды

*Уметь:*

ПК-П8.2/Ум1 Организовать сбор анализируемого органического материала из различных объектов окружающей среды

*Владеть:*

ПК-П8.2/Нв1 Организовать сбор анализируемого органического материала из различных объектов окружающей среды

ПК-П8.3 Физико-химических исследований почв и растений

*Знать:*

ПК-П8.3/Зн1 Физико-химических исследований почв и растений

*Уметь:*

ПК-П8.3/Ум1 Физико-химических исследований почв и растений

*Владеть:*

## ПК-П8.3/Нв1 Физико-химических исследований почв и растений

ПК-П13 Способен организовать и провести эксперименты по сохранению и воспроизведству почвенного плодородия, использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов

ПК-П13.1 Знать: современные технологии обработки и представления экспериментальных данных. методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации

*Знать:*

ПК-П13.1/Зн1 Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных. методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации

*Уметь:*

ПК-П13.1/Ум1 Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных. методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации

*Владеть:*

ПК-П13.1/Нв1 Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных. методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации

ПК-П13.2 Уметь: составлять программу исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов. организовывать закладки полевых опытов и проведение их в соответствии с методикой опытного дела. организовывать проведение учетов, в том числе учета урожая и наблюдений в опытах

*Знать:*

ПК-П13.2/Зн1 Составлять программу исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов. организовывать закладки полевых опытов и проведение их в соответствии с методикой опытного дела. организовывать проведение учетов, в том числе учета урожая и наблюдений в опытах

*Уметь:*

ПК-П13.2/Ум1 Составлять программу исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов. организовывать закладки полевых опытов и проведение их в соответствии с методикой опытного дела. организовывать проведение учетов, в том числе учета урожая и наблюдений в опытах

*Владеть:*

ПК-П13.2/Нв1 Составлять программу исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов. организовывать закладки полевых опытов и проведение их в соответствии с методикой опытного дела. организовывать проведение учетов, в том числе учета урожая и наблюдений в опытах

ПК-П13.3 Иметь навыки: вести первичную документацию по опытам в соответствии с требованиями методики опытного дела

*Знать:*

ПК-П13.3/Зн1 Вести первичную документацию по опытам в соответствии с требованиями методики опытного дела

*Уметь:*

ПК-П13.3/Ум1 Вести первичную документацию по опытам в соответствии с требованиями методики опытного дела

*Владеть:*

ПК-П13.3/Нв1 Вести первичную документацию по опытам в соответствии с требованиями методики опытного дела

ПК-П16 Способен обобщать и анализировать результаты исследований, осуществлять их статистическую обработку

ПК-П16.1 Знать: методика опытного дела в земледелии (агрономии). техника закладки и проведения полевых опытов виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Знать:*

ПК-П16.1/Зн1 Знать: методика опытного дела в земледелии (агрономии). техника закладки и проведения полевых опытов виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Уметь:*

ПК-П16.1/Ум1 Знать: методика опытного дела в земледелии (агрономии). техника закладки и проведения полевых опытов виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Владеть:*

ПК-П16.1/Нв1 Знать: методика опытного дела в земледелии (агрономии). техника закладки и проведения полевых опытов виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

ПК-П16.2 Уметь: оформлять и предоставлять документацию по результатам проведенных научных исследований

*Знать:*

ПК-П16.2/Зн1 Уметь: оформлять и предоставлять документацию по результатам проведенных научных исследований

*Уметь:*

ПК-П16.2/Ум1 Уметь: оформлять и предоставлять документацию по результатам проведенных научных исследований

*Владеть:*

ПК-П16.2/Нв1 Уметь: оформлять и предоставлять документацию по результатам проведенных научных исследований

ПК-П16.3 Иметь навыки: закладки и проведения полевых опытов. виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Знать:*

ПК-П16.3/Зн1 Иметь навыки: закладки и проведения полевых опытов. виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Уметь:*

ПК-П16.3/Ум1 Иметь навыки: закладки и проведения полевых опытов. виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

*Владеть:*

ПК-П16.3/Нв1 Иметь навыки: закладки и проведения полевых опытов. виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте

### **3. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина (модуль) «Современные инструментальные методы исследований» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

#### **4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Второй семестр	72	2	43	1		16	26	29	Зачет
Всего	72	2	43	1		16	26	29	

#### **5. Содержание дисциплины (модуля)**

##### **5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)**

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
<b>Раздел 1. Электрохимические методы исследования</b>	<b>26</b>		<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	ПК-П8.1 ПК-П8.2 ПК-П8.3 ПК-П13.1 ПК-П13.2 ПК-П13.3 ПК-П16.1 ПК-П16.2 ПК-П16.3
Тема 1.1. Потенциометрия	9		2	4	3	
Тема 1.2. Кондуктометрия	9		2	4	3	
Тема 1.3. Вольтампметрия	8		2	2	4	
<b>Раздел 2. Спектрофотометрия</b>	<b>27</b>		<b>6</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	ПК-П8.1 ПК-П8.2 ПК-П8.3 ПК-П13.1 ПК-П13.2 ПК-П13.3 ПК-П16.1 ПК-П16.2 ПК-П16.3
Тема 2.1. Фотометрия	9		2	4	3	
Тема 2.2. Атомно-абсорбционная спектрометрия	10		2	4	4	ПК-П13.2 ПК-П13.3 ПК-П16.1
Тема 2.3. ИК-спектрометрия	8		2	2	4	ПК-П16.2 ПК-П16.3

<b>Раздел 3. Хроматография</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	ПК-П8.1 ПК-П8.2
Тема 3.1. Виды хроматографии	10		2	4	4	ПК-П13.1 ПК-П13.2
Тема 3.2. Гибридные методы хроматографии	9	1	2	2	4	ПК-П16.1 ПК-П16.2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

### **Раздел 1. Электрохимические методы исследования**

*(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

#### **Тема 1.1. Потенциометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)*

1. Потенциометрическое определение карбонатов в почвенной вытяжке
2. Определение макроэлементов в почве

#### **Тема 1.2. Кондуктометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)*

1. Кондуктометрическое определение минерализации оросительных вод
2. Определение сульфатов и хлоридов в вытяжке

#### **Тема 1.3. Вольтамперометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Вольтамперометрическое определение содержания тяжелых металлов в почве

### **Раздел 2. Спектрофотометрия**

*(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 11ч.)*

#### **Тема 2.1. Фотометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)*

1. Определение железа в почвенной вытяжке методом градуировочного графика
2. Определение меди в почвенной вытяжке по показателю поглощения

#### **Тема 2.2. Атомно-абсорбционная спектрометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

- 1 Определение кадмия в зерне на ААС МГА 915

#### **Тема 2.3. ИК-спектрометрия**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Определение в зерне озимой пшеницы содержания белка, крахмала, клейковины на ИК-анализаторе

### **Раздел 3. Хроматография**

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

#### **Тема 3.1. Виды хроматографии**

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Классификация видов хроматографического анализа
2. Тонкослойная хроматография
3. Колоночная хроматография

### *Тема 3.2. Гибридные методы хроматографии*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Приборы для хроматографического анализа

## **6. Оценочные материалы текущего контроля**

### **Раздел 1. Электрохимические методы исследования**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Методы анализа, в которых используют реакции нейтрализации, окислительно-восстановительные, комплексообразования называются:

- a) физическими;
- b) инструментальными;
- c) химическими

2. Методы анализа, основанные на идентификации эмиссионных или абсорбционных спектров исследуемого вещества называются:

- a) спектральными;
- b) электрохимическими;
- c) хроматографическими

3. В основе потенциометрического метода анализа лежит:

- a) регистрация электродного потенциала или напряжения в цепи;
- b) регистрация количества электричества, израсходованного при выделении вещества в процессе электролиза;
- c) регистрация удельной электрической проводимости или сопротивления

4. Стеклянный электрод, длительное время выдержаный в воде, обладает водородной функцией и используется для измерения pH без дополнительной обработки в средах:

4) нет верного ответа.

- 1) нейтральных;
- 2) сильнокислых;
- 3) сильнощелочных;
- 4) нет верного ответа.

5. Перед проведением измерений стеклянный электрод калибруют по ... растворам.

Вставьте слово

6. Потенциометрический анализ не используется в агрохимии и почвоведении для определения:

- 1) общей кислотности почвенных растворов;
- 2) нитрат-ионов в почвенной вытяжке;
- 3) содержания ионов кальция;
- 4) содержания ионов аммония, калия.

7. Растворы со значениями pH, равными:

1. 1.68; 2. 4.01; 3. 6.86; 4. 9.18; называются ... .....

Вставить слово

8. Минимальное содержание определяемого компонента в анализируемой пробе, которое может быть обнаружено данным методом с заданной вероятностью характеризуется:

- а) концентрацией вещества;
- б) пределом обнаружения;
- в) коэффициентом чувствительности

9. Молярный показатель поглощения не зависит:

- 1) от природы вещества;
- 2) от длины волны поглощаемого света;
- 3) от концентрации раствора поглощающего свет соединения;
- 4) от степени монохроматичности поглощаемого света.

10. Фотометрия.

Молярный показатель поглощения сульфосалицилата железа (III) равен 850. Найти содержание железа в 100 см<sup>3</sup> раствора, если его оптическая плотность равна D = 0.530, при измерении в кювете толщиной l = 1 см

11. Определение гуматов в почве.

При фотометрическом определении гумуса с бихроматом ка-лия концентрацией 0,005 моль/л, оптическая плотность раствора равна 0,52, толщина слоя 1 см. Найдите молярный коэффициент поглощения исследуемого раствора

12. Инверсионная вольтамперметрия включает операции

- 1 концентрирование вещества на электроде
- 2 растворение накопленного вещества
- 3 зарождение, рост и отрыв капель ртути
- 4 образование амальгамы

13. Методы полярографии

- 1 постояннотоковая
- 2 переменнотоковая
- 3 квадратно-волновая
- 4 инверсионная
- 5 дуговая

14. Концентрацию хлорид-анионов в растворе (T=291 K) рассчитывают по уравнению электродного потенциала

- а)  $\phi(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = \phi_0(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) - 0,059 \cdot \lg a_{\text{Cl}^-}$
- б)  $\phi(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = \phi_0(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) + 0,059 \cdot \lg a_{\text{Cl}^-}$
- в)  $\phi(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = \phi_0(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) - 0,059 \cdot \lg C\text{Cl}^-$
- г)  $\phi(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = \phi_0(2\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) - (0,059/n) \cdot \lg a_{\text{Cl}^-}$

15. Прямая потенциометрия применяется для определения концентрации ионов

- а) H<sup>+</sup>
- б) K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- в) CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mo<sup>4+</sup>
- г) Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## **Раздел 2. Спектрофотометрия**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. При соблюдении основного закона светопоглощения значение тангенса угла наклона прямой D от c зависит от:

- 1) диапазона концентраций;

- 2) значения молярного показателя поглощения;
- 3) толщины поглощающего слоя;
- 4) не зависит от перечисленных факторов.

2. Для определения в почве калия, натрия, кальция методом атомно-эмиссионной спектроскопии используют источник атомизации

электрическая искра

индуктивно-связанная плазма

пламя

электрическая искра

электрическая искра

индуктивно-связанная плазма

пламя

электрическая искра

3. Преимущество спектрофотометрии перед фотоколориметрией состоит:

- 1) в спектрофотометрии не требуется строгое соблюдение постоянства pH анализируемого раствора;
- 2) спектрофотометрия обеспечивает более высокую чувствительность и точность определений;
- 3) в спектрофотометрии не требуется избыток добавляемого реагента;
- 4) в спектрофотометрии не требуется количественного перевода определяемого компонента в светопоглащающее соединение.

4. Фотометрические методы анализа основаны:

- 1) на избирательном поглощении света растворами анализируемых соединений;
- 2) на отражении света растворами анализируемых соединений;
- 3) на свечении, вызванным переходом электрона в возбужденное состояние;
- 4) на излучении атомов, содержащихся в анализируемом образце.

5. Использовали два метода анализа

При фотометрическом определении меди были получены данные (%):

0,0613; 0,0635; 0,0627; 0,0617; 0,0609

При титrimетрическом (%):

0,0623; 0,0611; 0,0619; 0,0629; 0,0637

Найти дисперсию средней квадратичной ошибки для каждого метода, сравнить их, какой из них более точный?

6. Для определения концентрации нитрат-ионов в качестве индикаторного электрода используют

стеклянный электрод

хлорсеребряный электрод

ионселективный электрод с нитратной функцией

платиновый электрод

7. Потенциометрическое титрование основано на

определении конечной точки титрования по резкому изменению потенциала

определении конечной точки титрования по резкому изменению удельной электропроводности

определении конечной точки титрования по резкому изменению количества электричества

8. Кривые потенциометрического титрования строят в координатах

- a) E (мВ) – VT
- б) dE/dV – VT
- в) (dE-dV) - VT
- г) dV/dE - VT

9. Изопотенциальная точка электрода – это

- значение pH, при котором потенциал не зависит от температуры
- значение pH, при котором потенциал не изменяется
- значение pH, при котором потенциал равен нулю
- значение ОВП, при котором потенциал не зависит от температуры

10. Определение ОВП в почвенной вытяжке проводят с использованием электродов

- 1 хлорсеребряный и платиновый
- 2 хлорсеребряный и стеклянный
- 3 хлорсеребряный и нитратный
- 4 платиновый и стеклянный

11. При фотометрировании в присутствии постороннего окрашенного вещества следует

- 1 маскировать мешающие вещества
- 2 работать при длине волны, при которой оптическая плотность исследуемого окрашенного раствора максимальна
- 3 экстрагированием удалить посторонние вещества
- 4 осадить посторонние мешающие вещества

12. В какой последовательности будут выделяться металлы при вольтамперометрии

- золото
- меди
- свинец
- железо
- цинк

13. В какой последовательности ионы металлов будут восстанавливаться на ртутном электроде при вольтамперометрии

- серебро
- свинец
- кадмий
- цинк

14. Устройства, в которых происходит возбуждение атомов в методах АЭС, называются

- блок излучателя
- куветное отделение
- атомизаторы
- блок возбуждения

15. Фотоэлемент – это устройство, которое:

- 1) рассеивает световой поток;
- 2) преобразует световой поток;
- 3) отражает световой поток;
- 4) поглощает световой поток.

### ***Раздел 3. Хроматография***

## *Форма контроля/оценочное средство: Задача*

### *Вопросы/Задания:*

#### **1. Хроматография в агрохимии**

В настоящее время для борьбы с вредителями, возбудителями заболеваний различных культурных растений и сорняками широко применяют пестициды. Чрезвычайно актуальной стала задача контроля над их остаточными количествами в окружающей среде. Успешное применение тонкослойной хроматографии продемонстрировано при определении остаточных количеств фосфорорганических пестицидов на силикагеле КСК в хлороформе (проявитель – бромфеноловый реагент), см. таблицу

Таблица – Значения R<sub>f</sub> некоторых пестицидов при тонкослойной хроматографии на силикагеле КСК в хлороформе

Пестицид R<sub>f</sub>

Фталофос 0,36

Бутифос 0,41

Цидиал 0,80

Фенкартон 0,85

Поясните, как используется величина коэффициента движения (R<sub>f</sub>) для идентификации указанных пестицидов.

Опишите операции, которые необходимо осуществить, имея в распоряжении пластинку с нанесенным на нее силикагелем нужной марки, капилляры, растворы пестицидов в хлороформе, камеры для хроматографирования, проявитель - бромфеноловый реагент, для получения хроматограммы. Какие правила ТБ и производственной санитарии необходимо соблюдать при получении хроматограммы.

#### **2. Рассчитайте коэффициенты движения аминокислот,**

Приведите последовательность в которой будут вымываться аминокислоты если при разделении их методом тонкослойной хроматографии с растворителем – этанолом, получили следующую хроматограмму (TCX): фронт этанола – 25 см; путь лейцина – 13,5 см; триптофана 7,8 см; изолейцина – 24,1 см.

#### **3. Ионная хроматография**

Через колонку катионита в кислотной форме (H<sup>+</sup> - форме) пропустили раствор сульфата кадмия. На титрование полу-ченного элюата в объеме 115 мл израсходовали 10,0 мл 1 н раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу сорбированых ионов кадмия из раствора соли, составьте схему ионообменной сорбции

#### **4. Теоретическая тарелка в хроматографии – это**

- 1 гипотетическая зона высота которой соответствует достижению равновесия между двумя фазами
- 2 высота колонки, в которой происходит разделение компонентов
- 3 зона на хроматограмме, в которой представлены все анализируемые вещества
- 4 толщина слоя сорбента, заполняющего колонку

#### **5. Детекторы в газовой хроматографии**

масс-спектрометр

потенциометр

катарометр

пламенно-ионизационный

фотоколориметр

#### **6. Соответствие метода жидкостной хроматографии и вида неподвижной фазы**

адсорбционная [1] оксиды металлов  
ионообменная [2] катиониты и аниониты  
распределительная [3] жидкость  
эксклюзионная [4] растворитель в порах сорбента

7. Вид жидкостной хроматографии, в которой подвижная фаза (элюент) движется в подвижной среде плоскостного слоя адсорбента, называется ... хроматографией

тонкослойной  
ионнобменной  
бумажной

8. Коэффициент движения  $R_f$  в ТСХ рассчитывают как отношение

пути движения определяемого вещества к пути движения растворителя  
пути движения растворителя к пути движения определяемого вещества  
пути движения подвижной фазы к пути движения определяемого компонента  
пути движения одного определяемого компонента к пути движения второго определяемого компонента

9. В качестве растворителей в ТСХ используют

этанол  
ацетон  
ализарин  
сульфид натрия

10. Ионнобменная хроматография

Через колонку катионита в кислотной форме ( $H^+$  - форме) пропустили раствор хлорида натрия. На титрование полученного элюата в объеме 85 мл израсходовали 10 мл 0,1 н раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу сорбированных ионов натрия из раствора соли, составьте схему ионообменной сорбции

11. Перечислите последовательность выделения хлорфенолов

Рассчитайте коэффициенты движения хлорфенолов, если при разделении их методом тонкослойной хроматографии с использованием в качестве растворителя бензола получили следующую хроматограмму (ТСХ): фронт бензола – 12 см; путь хлорфенола – 9,4 см; путь дихлорфенола – 7,3 см; трихлорфенола – 4,2 см; пентахлорфенола – 1,1 см.

12. Через колонку катионита в водородной форме пропустили анализируемый раствор сульфата меди. Полученный элюат содержит ионы

- а)  $Cu^{2+}$
- б)  $SO_4^{2-}$
- в)  $H^+$
- г)  $OH^-$

13. Основателем хроматографического анализа считают

М.С. Цвета  
Д.И. Менделеева  
У. Самуэльсона  
Н.А. Измайлова

14. Перечислите металлы в порядке появления на хроматограмме

Для разделения ртути и кадмия методом тонкослойной хроматографии с использованием в качестве растворителя - этанола, получили следующие значения коэффициентов движения  $R_f$  ( $Hg = 0,97$ ;  $Rf(Cd) = 0,93$ ). Найдите пути движения каждого иона, если фронт растворителя 22 см.

15. Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется:

- 1) сорбат;
- 2)сорбтив;
- 3)сорбент;
- 4)элюент

## **7. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

*Второй семестр, Зачет*

*Контролируемые ИДК: ПК-П8.1 ПК-П13.1 ПК-П16.1 ПК-П8.2 ПК-П13.2 ПК-П16.2 ПК-П8.3 ПК-П13.3 ПК-П16.3*

**Вопросы/Задания:**

1. Какие методы анализа используют в контроле загрязнения почв, воды, воздуха? Каковы преимущества физико–химических методов анализа?

2. Укажите основные метрологические характеристики инструментальных методов анализа.

3. Какая существует взаимосвязь между воспроизводимостью и правильностью метода анализа?

4. Что такое чувствительность метода, коэффициент регрессии?

5. Перечислите основные стадии химического анализа. Как они влияют на точность анализа?

6. Виды и источники ошибок. Каким образом можно уменьшить случайные ошибки?

7. Что такое среднее квадратичное отклонение единичного результата? Что такое дисперсия средней квадратичной ошибки, какая взаимосвязь ее с грубой ошибкой?

8. Сущность метода градуировочного графика?

9. Классификация электрохимических методов анализа.

10. Сущность потенциометрических методов анализа.

11. Электродный потенциал, механизм его возникновения, факторы, влияющие на его величину.

12. Что такое электрохимическая ячейка, гальваническая цепь? Приведите примеры.

13. Какие электроды называют электродами сравнения и индикаторными электродами? Какие требования предъявляют к ним?

14. Виды индикаторных электродов, используемых в агрохимических исследованиях, их метрологические характеристики.

15. Какие виды измерений различают в потенциометрии? Укажите сущность их и область применения.

Для каких целей применяют потенциометрический анализ в агрохимии и почвоведении?

16. В чем сущность потенциометрического титрования? Какие индикаторные электроды применяют в потенциометрическом кислотно-основном титровании?

17. Методы потенциометрического титрования. Кривые титрования.  
Принципиальные схемы рН-метров, иономеров.

18. Понятия и термины полярографии: сущность метода, индикаторный электрод, потенциал разложения, поляризация электрода.

19. Полярограмма, ее основные характеристики.

Виды полярографических методов анализа.

Инверсионная вольтамперометрия: сущность, вольтамперограмма и ее характеристики.

20. В чем сущность кондуктометрии?

Классификация кондуктометрических методов анализа.

На чем основано кондуктометрическое титрование? Перечислите его достоинства и недостатки.

21. Виды кривых кондуктометрического титрования.

Область применения кондуктометрии в агрохимической практике, в почвоведении.

22. Сущность спектроскопии, виды спектров, методы спектрального анализа.

23. В чем сущность закона Бугера – Ламберта – Бера? Каково его математическое выражение?

24. В чем отличие спектрофотометрии от фотоэлектроколориметрии?

Метрологические характеристики этих методов.

25. Внутренняя оптическая плотность (D), факторы, влияющие на её величину.

Внутреннее пропускание (T), молярный показатель поглощения

26. Закон аддитивности в фотоколориметрии. Какие факторы вызывают отклонение от законов светопоглощения?

27. Физические основы атомно-абсорбционного спектрального анализа. Факторы, влияющие на точность метода.

28. Турbidиметрический метод анализа, его особенности и область применения в агрохимии и почвоведении.

29. Сущность хроматографии. Какие признаки положены в основу классификации хроматографических методов анализа?

30. Основные хроматографические системы, указать их отличительные признаки, область применения, метрологические характеристики.

## **8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. ГАЙДУКОВА Н. Г. Спектральные методы исследования объектов окружающей среды: учеб. пособие / ГАЙДУКОВА Н. Г., Шабанова И. В.. - Краснодар: КубГАУ, 2019. - 89 с. - 978-5-907247-14-7. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=6102> (дата обращения: 08.09.2025). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Мартынов Л. Ю. Физико-химические методы анализа. Вольтамперометрия. Практикум / Мартынов Л. Ю., Лазов М. А.. - Москва: РТУ МИРЭА, 2022. - 37 с. - 978-5-7339-1634-7. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/265568.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Белоусова Е. Н. Инструментальные методы исследования почв и растений / Белоусова Е. Н.. - Красноярск: КрасГАУ, 2014. - 267 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/103797.jpg> (дата обращения: 19.06.2025). - Режим доступа: по подписке

### **8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

#### *Профессиональные базы данных*

1. [www.programs-gov.ru](http://www.programs-gov.ru) - Информационный сервер по материалам федеральных целевых программ

#### *Ресурсы «Интернет»*

Не используются.

### **8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

#### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

#### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

### **8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

#### *Лаборатория*

133з00

pH-метр эксперт-001 - 1 шт.

pH-метр/ионометр/БПК - 1 шт.

pH-метр-иономер "Эксперт-001-3.pH" базовый, переносной - 1 шт.

баня-встряхиватель - 1 шт.

весы ВЛКТ-500М - 1 шт.  
Вешалка-1 133 - 1 шт.  
Вешалка-2 133 - 1 шт.  
Доска классная 133 - 1 шт.  
Иономер И-160МИ (с электродами ЭС-10603/7 и ЭСр-10103/3,5) - 1 шт.  
иономер И-60 МИ - 1 шт.  
кондуктометр АНИОН - 1 шт.  
Кондуктометр "Эксперт-002" - 1 шт.  
Кондуктометр "Эксперт-002" (датчик лабораторный) с датчиком погружного типа - 1 шт.  
Магнитная мешалка ММ-5 - 3 шт.  
Печь муфельная СНОЛ 133 - 1 шт.  
Письменный стол-1 133 - 1 шт.  
Письменный стол-2 133 - 1 шт.  
Письменный стол-3 133 - 1 шт.  
Стол лабораторный-1 133 - 1 шт.  
Стол лабораторный-2 133 - 1 шт.  
Стол лабораторный-3 133 - 1 шт.  
Стол лабораторный-4 133 - 1 шт.  
Стол-мойка 133 - 1 шт.  
Стул-преподавательский 133 - 1 шт.  
Шкаф вытяжной 133 - 1 шт.  
Шкаф джинсовый-1 133 - 1 шт.  
Шкаф джинсовый-2 133 - 1 шт.

#### 136з00

весы товарные - 1 шт.  
встряхиватель 3585 - 1 шт.  
иономер И-60 МИ - 1 шт.  
спектрофотометр Unico 1200 - 1 шт.  
спектрофотометр ПЭ-5300ВИ - 1 шт.  
устр-во перемешив. платформ. ПЭ 6500 - 1 шт.  
устройство перемеш.ПЭ-6500 - 1 шт.  
фотометр КФК-3-01 - 1 шт.  
Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-"З ОМЗ" - 1 шт.  
Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-"ЗОМЗ" - 1 шт.

#### 139з00

автосамплер (приставка к анализатору) с электродом - 1 шт.  
анализатор вольтампером. Экотест-ВА-базовый - 1 шт.  
Бидистиллятор БС без блока управления - 1 шт.  
весы HR-200 - 1 шт.  
Весы ВК-3000 (3000г/0,05г) лабораторные - 1 шт.  
весы ВЛТ-510-П - 1 шт.  
Весы лабораторные MACCA BK-1500.1 - 1 шт.  
весы электронные - 1 шт.  
гиря 200 г - 1 шт.  
датчик Модуль ЕМ-04 (Zn Cd Pb Cu) - 1 шт.  
кондуктометр - 1 шт.  
Кондуктометр Эксперт-002-2-6-п (датчик лабораторный)(ИП, датчик УЭП-П-С)  
(ЭкониксЭксперт),кабель для проведения поверки БП, МП, РЭ, с поверкой - 1 шт.  
магнитная мешалка УММ (5В к приб. Эксперт) - 1 шт.  
мельница лабораторная ЛЗМ - 1 шт.  
мельница ЛЗМ - 1 шт.  
Ноутбук Lenovo B50-80G - 1 шт.  
проектор BenQ MX613ST DLP Sport-throw 2500ANSI XGA 3000:1HDMI USB color - 1 шт.  
Рефрактометр ИРФ-454Б2М - 1 шт.  
Ротаметр РМ-А-0,063 ГУЗ / газовый натекатель (для РГП) - 1 шт.

спектрометр ат.-абсорбц. МГА-915 (Спектрометр атомно-абсорбционный МГА-915) - 1 шт.  
Фотометр "Эксперт-003" - 1 шт.  
фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-"ЗОМ3" - 1 шт.  
экран на треноге Screen Media 153x203 - 1 шт.  
электропечь SNOL 30/1100 - 1 шт.

#### Лекционный зал

412з00

акустическая система JBL Control 25, ALTO Mistral 900 - 1 шт.  
ноутбук Lenovo Z570A i3-2350/4gb/520gb/dvdrw/15.6/gt630m - 1 шт.  
Облучатель-рециркулятор воздуха 600 - 1 шт.  
Проектор Epson EB-X06 - 1 шт.  
Сплит-система напольно-потолочная Quattroclima QV-I36FE/QN-I36UE - 1 шт.  
экран с электроприводом Lumien Master Control 274x366 Matte White FiberGlass - 1 шт.

### **9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания (собственные разработки)

1. Гайдукова, Н. Г. Инструментальные методы исследования в агроэкологии : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 301 с.
2. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко, И. И. Сидорова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 315 с.
3. Теоретические основы физико-химических методов анализа: учеб. пособие / Е. А. Кайгородова [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 188 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE\\_OSNOVY\\_FIZIKO-KHIMICHESKIKH\\_METODOV\\_ANALIZA.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf)
2. Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/08\\_tekhnika\\_vedenija\\_khimicheskogo\\_eksperimenta.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf)

#### *Методические указания по формам работы*

##### *Лабораторные занятия*

Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/08\\_tekhnika\\_vedenija\\_khimicheskogo\\_eksperimenta.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf)

##### *Лекции*

Инструментальные методы исследования в агроэкологии : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 301 с.

##### *Самостоятельная работа*

Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко, И. И. Сидорова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 315 с.

Теоретические основы физико-химических методов анализа: учеб. пособие / Е. А. Кайгородова [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 188 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE\\_OSNOVY\\_FIZIKO-KHIMICHESKIKH\\_METODOV\\_ANALIZA.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf)

## *Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами*

Методические указания (собственные разработки)

1. Гайдукова, Н. Г. Инструментальные методы исследования в агроэкологии : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 301 с.
2. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко, И. И. Сидорова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 315 с.
3. Теоретические основы физико-химических методов анализа: учеб. пособие / Е. А. Кайгородова [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 188 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE\\_OSNOVY\\_FIZIKO-KHIMICHESKIKH\\_METODOV\\_ANALIZA.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf)
4. Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А. Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с. [http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/08\\_tekhnika\\_vedenija\\_khimicheskogo\\_experimentsa.pdf](http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_experimentsa.pdf)

### **10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)**