

**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**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета агрохимии и  
защиты растений



И.А. Лебедевский

30.05.2023

**Рабочая программа дисциплины**

**Физико-химические методы анализа**

**Направление подготовки**

**35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение**

**Направленность**

**Почвенно-агрохимическое обеспечение АПК**

**Уровень высшего образования  
бакалавриат**

**Форма обучения  
очная**

**Краснодар  
2023**

Рабочая программа дисциплины «**Физико-химические методы анализа**» разработана на основе ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 26 июля 2017 г. № 702.

Автор:

д.х.н., профессор кафедры  
химии



Е. А. Кайгородова

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры химии от 06.03.2023 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой,  
д.х.н., профессор



Е. А. Кайгородова

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета агрохимии и защиты растений, протокол от 24.05.2023 г. № 9.

Председатель  
методической  
комиссии  
к.б.н., доцент



Н. А. Москалева

Руководитель  
основной профессио-  
нальной образователь-  
ной программы  
к.с.-х.н., доцент



А. В. Осипов

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «**Физико-химические методы анализа**» является формирование комплекса знаний по принципам и методам физико-химических методов анализа природных объектов, умений и навыков работы с соответствующими приборами и способности критически оценивать полученные результаты в плане экологической безопасности используемых технологий.

### **Задачи 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 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

В результате изучения дисциплины «**Физико-химические методы анализа**» обучающийся должен получить знания и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения следующих трудовых действий:

**Профессиональный стандарт «Агроном»**, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 20.10.2021 г. № 65182

**Трудовая функция:** Организация производства продукции растениеводства

### **Трудовые действия:**

Участие в проведении почвенных, агрохимических и агроэкологических исследований

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ПК -1 - готов проводить почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» является дисциплиной вариативной части ОП подготовки обучающихся по направлению 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», направленность «Почвенно-агрохимическое обеспечение АПК»

### 4 Объем дисциплины (108 часа, 3 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов
<b>Контактная работа</b>	49
в том числе:	
— аудиторная по видам учебных занятий	46
— лекции	18
— лабораторные	28
— внеаудиторная	3
— зачет	
— экзамен	3
— защита курсовых работ (проектов)	
<b>Самостоятельная работа</b>	59
в том числе:	
— курсовая работа (проект)	–
— прочие виды самостоятельной работы	59
<b>Итого по дисциплине</b>	108

### 5 Содержание дисциплины

#### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают экзамен. Дисциплина изучается на 2 курсе, в 4 семестре.

#### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Классификация физико-химических	ПК-1	4	2	2	6

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<p><i>методов анализа, их роль в сельскохозяйственном анализе. Требования ГОСТ к анализу на основные и загрязняющие вещества.</i></p> <p><i>Требования различных физико-химических методов к пробоподготовке, химическим формам и матрице. Способы разложения пробы, процессы, используемые для разделения и концентрирования компонентов пробы.</i></p> <p>Понятие об аналитическом сигнале в физико-химических методах анализа. <i>Особенности аналитических сигналов в спектральных, электрохимических и хроматографических методах.</i> Способы регистрации аналитического сигнала.</p>					
2	<p><i>Спектральные методы анализа, их классификация. Молекулярная абсорбционная спектроскопия.</i> Изменение интенсивности светового потока при его прохождении через исследуемый раствор. Закон Бугера - Ламберта - Бера и отклонения от него. Оптическая плотность растворов, молярный коэффициент поглощения. Колориметрический анализ, визуальные колориметры. Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметры. Фотометрические реагенты. Фотометрическое титрование. Дифференциальный фотометрический анализ. Спектрофотометрия, спектрофотометры.</p> <p><i>Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа.</i></p>	ПК -1	4	2	4	7
3	<p><i>Атомно-абсорбционный спектральный анализ.</i> Правила Уолша. Аппаратура атомно-абсорбционного анализа: Источники излучения: лампы с полым катодом и высокочастотные безэлектродные</p>	ПК -1	4	2	2	6

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	лампы. Атомизаторы: пламя горелки с щелевидным соплом и трубчатые печи. Способы введения анализируемой пробы. Помехи в атомно-абсорбционной спектрометрии и способы их устранения. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра.					
4	<i>Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Принцип метода, его аналитические характеристики и области применения. Зависимость между интенсивностью спектральной линии определяемого элемента и его содержанием в пробе. Источники возбуждения спектров: дуговые и искровые разряды, плазматроны, пламена, лазеры. Светофильтры и монохроматоры. Приемники излучения (детекторы). Эмиссионная фотометрия пламени. Структура пламени. Зависимость температуры пламени от состава горючей смеси газов. Диспергирование анализируемой пробы в пламени. Процессы, протекающие в пламени. Помехи в методе эмиссионной фотометрии пламени и способы их устранения. Принципиальная схема пламенного фотометра.</i>	ПК -1	4	2	2	6
5	<i>Электрохимические методы анализа, классификация. Потенциометрия. Электрохимические методы анализа: понятия и термины. Виды электродов. Аппаратура прямых потенциметрических методов анализа.</i>	ПК -1	4	2	4	7
6	<i>Потенциметрическое титрование. Типы реакций, используемых в потенциметрическом титровании и соответствующие кривые титрования. Выбор индикаторного электрода в зависимости от типа реакции и определяемого иона.</i>	ПК -1	4	2	4	7

№ п/ п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<i>Кондуктометрия.</i> Зависимость электропроводности раствора от суммарной концентрации ионов в нем. Прямая кондуктометрия. Солемеры. Оценка солености природных вод, качества вин, соков и других напитков. <i>Кондуктометрическое титрование.</i> Кривые кондуктометрического титрования для реакций нейтрализации и осаждения.					
7	<i>Вольтамперометрия.</i> Зависимость предельного тока диффузии от концентрации электроактивного вещества. <i>Качественное и количественное определение веществ при помощи вольтамперометрии.</i> Полярография. <i>Инверсионная вольтамперометрия с накоплением.</i>	ПК -1	4	2	4	7
8	<i>Основы теории хроматографии. Классификация хроматографических методов</i> в зависимости от агрегатного состояния подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения веществ, по геометрии сорбционного слоя, по способу ввода пробы и перемещения хроматографических зон по слою сорбента. Хроматографы, их основные узлы: хроматографическая колонка и детектор.	ПК -1	4	2	2	6
9	Практические методы хроматографии. Газожидкостная хроматография: сущность метода. Аппаратура ГЖХ. Типы детекторов. Ионобменная хроматография и её применение в анализе почв, удобрений, растений. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).	ПК -1	4	2	4	7
Итого				18	28	59

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

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

2. Гайдукова Н. Г. Тестовые задания по дисциплине «Инструментальные методы исследования почв и растений» для самостоятельной работы : учеб. пособие. / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 92 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/12\\_Testovye\\_zadanija\\_po\\_discipline\\_Instrumentalnye\\_metody\\_i\\_issledovanija\\_pochv\\_i\\_rastenii-GaidukovaNG.SHabanovaIV.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/12_Testovye_zadanija_po_discipline_Instrumentalnye_metody_i_issledovanija_pochv_i_rastenii-GaidukovaNG.SHabanovaIV.pdf)

3. Инструментальные методы анализа в агрономии : учеб. пособие / Е. А. Кайгородова, Н. Е. Косянок, С. А. Пестунова. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 204 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Instrumentalnye\\_metody\\_analiza\\_v\\_agronomii.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Instrumentalnye_metody_analiza_v_agronomii.pdf)

4. Гайдукова Н. Г. Инструментальные методы исследования в агроэкологии. ч. 1. Электрохимические методы : учеб. пособие / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова ; под общей ред. Н. Г. Гайдуковой. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 99 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Instrumentalnye\\_metody\\_414003\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Instrumentalnye_metody_414003_v1_.PDF)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
ПК -1 - готов проводить почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования	
2, 4	Учебная практика
2	Ознакомительная практика
3	Микробиология
3	Общее почвоведение
3	Основы научных исследований
4, 6	Технологическая практика



Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
5	Агрочвоведение
6	Производственная практика
7	Методы почвенных исследований
7	Методы агрохимических исследований
8	Физико-химические методы анализа
8	Научно-исследовательская работа
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

\* номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный)	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<b>ПК-1 – готов проводить почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования</b>					
ИД 1 <sub>ПК-1</sub> : общепринятые методики проведения почвенных, агрохимических и агроэкологических исследований, анализировать полученные данные	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Тестирование Реферат Доклад Контрольные работы Расчетные задачи Вопросы и практические задания к экзамену

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный)	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ИД 2ПК-1: проводить научные исследования по общепринятым методикам, осуществлять обобщение и статистическую обработку результатов опытов, формулировать выводы.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
ИД 3ПК-1: проведения научных исследований по общепринятым методикам, обобщения и статистической обработки результатов опытов, формулирования выводов.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	

### **7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

**ПК-1 — готов проводить почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования**

#### **7.3.1 Для текущего контроля**

**Темы рефератов (докладов)**

1. Обработка результатов экспериментальных исследований физико-химического анализа
2. Выбор метода анализа, схемы и методики применительно к объекту анализа. Критерии выбора, правила отбора проб.
3. Хемометрика и планирование эксперимента.
4. Типы реакций и органические реагенты в абсорбционной спектрофотометрии.
5. Спектрофотометрическое титрование.
6. Влияние различных факторов на точность пламенно - фотометрических измерений.
7. Флуориметрия – экспрессный метод определения качества сельскохозяйственной продукции
8. Электрохимические методы исследований в экологии и природопользовании, требования к ним
9. Кондуктометрический метод определения влажности почв и общей солености почвенных вод
10. Кулонометрический анализ и его применения в экологическом мониторинге
11. Амперометрическое титрование в сельскохозяйственном анализе
12. Полярографические методы исследований в экологическом мониторинге
13. Хроматографические методы исследований в анализе пищевых продуктов
14. Ионная хроматография в анализе объектов окружающей среды
15. Высокоэффективная жидкостная хроматография и ее применение в анализе растительных проб на содержание органических соединений
16. Гибридные методы анализа в агроэкологическом мониторинге
17. Инновационные методы исследований в агроэкологии
18. Автоматизация в агрохимическом анализе
19. Применение методов ФХМА в криминалистической экспертизе.
20. Применение ФХМА при расследовании экологических преступлений
21. Инфракрасная спектроскопия в анализе сельскохозяйственной продукции
22. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ в агроэкологии
23. Рентгено-флуоресцентный анализ в анализе биологических объектов

24. Инфракрасная спектрометрия в анализе биологических объектов  
25. ЯМР спектроскопия в расшифровке структуры сложных органических веществ.

### Задания для контрольных работ

#### Контрольная работа по электрохимическим методам анализа

1. Рассчитайте концентрацию раствора HCl, если при кондуктометрическом титровании 50 мл этого раствора 0,01н раствором NaOH были получены следующие данные:

V <sub>т</sub> , мл	0	2	4	6	8	10
R, Ом	664	915	1490	1580	1010	740

2. Напряжение водородно–каломельной гальванической цепи при 28 °С равно 0,580 В. Вычислите концентрацию ионов водорода и рН раствора.

3. Какие электроды используют для определения окислительно-восстановительного потенциала почвенной вытяжки? Составьте схему гальванической цепи, укажите реактивы, оборудование и этапы работы.

#### Контрольная работа по спектральным методам анализа

1. Атомно-абсорбционный спектральный анализ почвенной вытяжки для определения подвижных форм свинца (II), меди (II), цинка: сущность метода, оборудование, ход выполнения работы.

2. Выбор светофильтра при фотометрическом определении марганца.

3. Для построения градуировочного графика при турбидиметрическом определении хлора в воде получены следующие данные:

T <sub>Cl<sup>-</sup></sub> , мг/см <sup>3</sup> :	6×10 <sup>-3</sup>	9×10 <sup>-3</sup>	12×10 <sup>-3</sup>	15×10 <sup>-3</sup>	18×10 <sup>-3</sup>
D:	0,05	0,075	0,10	0,125	0,15

Найти содержание хлора в 1 л воды, если D<sub>x</sub> воды 0,11.

#### Контрольная работа по хроматографическим методам анализа

1. Опишите методику подготовки анионита АВ-17 к работе. Что такое солевая форма ионита? Как перевести анионит в хлоридную форму?

2. При разделении ртути, кадмия и меди на целлюлозе коэффициенты движения оказались следующими:

$$R_f(\text{Hg})=1,00 \quad R_f(\text{Cd})=0,82 \quad R_f(\text{Cu})=0,92.$$

Найти пути движения каждого иона, если фронт элюента 15 см. Изобразите хроматограмму, указав на ней положение каждого иона.

3. Какой газ-носитель наиболее широко применяется в газовой хроматографии? Поясните, почему. Дайте сравнительную характеристику используемых газов-носителей.

## Тесты

Вариант тестового задания, охватывающего весь курс приведен ниже.

- Среднее значение измеряемой величины определяется по формуле:
  - $S_i = \frac{\sqrt{\pm \Sigma(x_i - x)^2}}{n}$ ;
  - $X = \frac{\Sigma x_i}{n}$  ;
  - $S_x = \frac{S_i}{\sqrt{n}}$  .
- Отклонение от среднего арифметического (абсолютная ошибка) определяется по формуле:
  - $d_i = x_i - x$  ;
  - $X = \Sigma x_i$  ;
  - $S_x = \frac{S_i}{\sqrt{n}}$  .
- Среднее отклонение определяется по формуле:
  - $d_i = x_i - x$  ;
  - $d_{cp} = \pm \frac{\Sigma(x_i - x)}{n}$  ;
  - $d_{cp} = \pm \frac{\Sigma(x_i - x)}{x}$  .
- Средняя квадратичная ошибка измерения определяется по формуле:
  - $d_{cp} = \pm \frac{\Sigma(x_i - x)}{n}$  ;
  - $d_i = x_i - x$  ;
  - $S_i = \frac{\sqrt{\pm \Sigma(x_i - x)^2}}{n}$  .
- Дисперсия средней квадратичной определяется по формуле:
  - $S_x = \frac{S_i}{\sqrt{n}}$ ;
  - $S_x = S_i$  ;
  - $d_{cp} = \pm \frac{\Sigma(x_i - x)}{n}$  .
- Грубое отклонение определяется по формуле:
  - $d_i = x_i - x$  ;
  - $d_{cpm} > 3S_x$ ;
  - $d_{cp} = \pm \frac{\Sigma(x_i - x)}{n}$  .
- Вероятная относительная погрешность определяется по формуле:
- Методы анализа, в которых используют реакции нейтрализации, окислительно-восстановительные, комплексообразования называются:
  - физическими;
  - инструментальными;
  - химическими

9. Методы анализа, основанные на идентификации эмиссионных или абсорбционных спектров исследуемого вещества называются:
- а) спектральными;
  - б) электрохимическими;
  - в) хроматографическими
10. Методы анализа, основанные на регистрации электрохимических параметров определяемого вещества называются:
- а) спектральными;
  - б) электрохимическими;
  - в) хроматографическими
11. В основе потенциометрического метода анализа лежит:
- а) регистрация электродного потенциала или напряжения в цепи;
  - б) регистрация количества электричества, израсходованного при выделении вещества в процессе электролиза;
  - в) регистрация удельной электрической проводимости или сопротивления
12. Метод, основанный на определении содержания вещества в анализируемой пробе по величине ее электрической проводимости называется:
- а) кулонометрическим;
  - б) кондуктометрическим;
  - в) спектральным
13. Метод, в основе которого лежит измерение потенциала электрода, погруженного в анализируемый раствор, называется:
- а) кондуктометрическим;
  - б) кулонометрическим;
  - в) потенциометрическим
14. Метод, изучающий зависимость силы диффузионного тока от налагаемого на электрохимическую ячейку внешнего напряжения при проведении процесса электролиза, называется:
- а) вольтамперометрическим методом;
  - б) полярографическим методом;
  - в) спектральным методом
15. Величина, равная отношению изменения аналитического сигнала к изменению концентрации определяемого компонента называется:
- а) коэффициентом преломления;
  - б) коэффициентом погрешности;
  - в) коэффициентом чувствительности
16. 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
17. Для измерения редокс-потенциала в качестве индикаторного используется электрод:
- 1) алюминиевый;
  - 2) водородный;
  - 3) платиновый;
  - 4) железный.
18. Стекланный электрод, длительное время выдержанный в воде, обладает водородной функцией и используется для измерения рН без дополнительной обработки в средах:
- 1) нейтральных;
  - 2) сильноокислых;
  - 3) сильнощелочных;
  - 4) нет верного ответа.

- 19 Перед проведением измерений стеклянный электрод калибруют по ... растворам.
20. Перед эксплуатацией индикаторный шарик стеклянного электрода вымачивают в:
- 1) 0,1н растворе соляной кислоты;
  - 2) 0,1н растворе щелочи;
  - 3) разбавленном растворе хлорида натрия;
  - 4) концентрированном растворе хлорида натрия.
21. 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.
22. Растворы со значениями рН, равными:
1. 1.68; 2. 4.01; 3. 6.86; 4. 9.18; называются ... ..
23. Потенциал платинового электрода зависит от:
- 1) концентрации ионов водорода;
  - 2) соотношения концентрации окисленной и восстановленной форм определяемого вещества;
  - 3) концентрации окисленной формы вещества;
  - 4) концентрации восстановленной формы вещества.
24. Методами кондуктометрии можно анализировать только вещества, являющиеся:
- 1) диэлектриками;
  - 2) электролитами;
  - 3) высоко-молекулярными;
  - 4) коллоидами.
25. В ячейку с электродами помещают анализируемый раствор, ячейку помещают на магнитную мешалку и титруют при:
- 1) кондуктометрии;
  - 2) прямой кондуктометрии;
  - 3) кондуктометрическом титровании;
  - 4) потенциометрии.
43. В методе кондуктометрического титрования не используют реакцию:
- 1) изотопного обмена;
  - 2) нейтрализации;
  - 3) осаждения;
  - 4) комплексообразования.
26. Сущность кондуктометрического метода анализа зависит от
- а) различной способности вещества к сорбции;
  - б) принципа измерения электропроводности;
  - в) измерения угла вращения
27. Прямая кондуктометрия основана на
- а) непосредственном измерении электропроводности исследуемого раствора;
  - б) определении содержания вещества по времени титрования;
  - в) измерении угла вращения плоскости поляризованного света
28. Точка эквивалентности при кондуктометрическом титровании определяется:
- а) по резкому изменению электропроводности и сопротивления в растворе;
  - б) по изменению содержания вещества в растворе;
  - в) по резкому изменению сопротивления в растворе
29. Удельная электропроводность обозначается:
- а) С
  - б)  $\lambda$

- в)  $\chi$
30. Единица измерения удельной электропроводности:  
а) г /см<sup>3</sup>;  
б) кВт;  
в) См (сименс)
31. Вольтамперометрический метод анализа основан на:  
1) измерении количества электричества;  
2) гидролизе;  
3) использовании явления поляризации микроэлектрода, получении и интерпретации поляризационных кривых;  
4) измерении электрической проводимости растворов.
31. Преимущество спектрофотометрии перед фотоколориметрией состоит:  
1) в спектрофотометрии не требуется строгое соблюдение постоянства рН 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 светопоглощающее соединение.
32. 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.
33. 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.
34. Спектрофотометрический метод анализа от фотоколориметрического метода отличается:  
1) спектрофотометрический анализ основан на поглощении поли-хроматического света;  
2) спектрофотометрический анализ основан на поглощении моно-хроматического света;  
3) ничем;  
4) в спектрофотометрическом анализе обходятся без использования светофильтра или монохроматора.
35. Спектры поглощения - это:  
1) графическое изображение поглощаемой световой энергии по длинам волн;  
2) графическое изображение распределения излучаемой световой энергии по длинам волн;  
3) графическое изображение распределения концентрации определяемого вещества по длинам волн;  
4) графическое изображение распределения толщины светопоглощающего раствора по длинам волн.
36. Интенсивность полосы поглощения, характеризуемая значением  $\epsilon$ , зависит от:  
1) времени пребывания частицы в возбужденном состоянии;  
2) числа поглощающих частиц;  
3) вероятности перехода валентного электрона из основного в возбужденное состояние;



- 4) заселенности уровня электронами, исходного для этого перехода;
37. Размерность молярного коэффициента поглощения:
- 1) л • моль • см
  - 2) л<sup>-1</sup> • моль<sup>-1</sup> • см
  - 3) л • моль<sup>-1</sup> • см<sup>-1</sup>
  - 4) л • моль • см<sup>-1</sup>
38. Метод добавок используют:
- 1) для устранения мешающего влияния посторонних примесей;
  - 2) для определения высоких концентраций;
  - 3) в случае несоблюдения основного закона светопоглощения;
  - 4) для определения низких концентраций.
39. Монохроматором (анализатором частоты) в приборах, используемых в спектрофотометрии, могут служить:
- 1) фотоэлемент;
  - 2) линза;
  - 3) светофильтр;
  - 4) призма.
40. Монохроматором (анализатором частоты) в фотометре КФК-2 служит:
- 1) фотоэлемент;
  - 2) линза;
  - 3) светофильтр;
  - 4) дифракционная решетка.
41. 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.
42. Фотоэлемент – это устройство, которое:
- 1) рассеивает световой поток;
  - 2) преобразует световой поток;
  - 3) отражает световой поток;
  - 4) поглощает световой поток.
43. Молекулы вещества в конденсированном состоянии имеют:
- 1) спектр с широкой полосой;
  - 2) линейчатый спектр;
  - 3) спектр с тонкой структурой на основной полосе;
  - 4) сплошной спектр.
44. Эмиссионный спектр атома представляет собой:
- 1) набор узких линий;
  - 2) набор широких полос;
  - 3) комбинацию узких полос и широких линий;
  - 4) непрерывную кривую с максимумами.
45. Аналитическим сигналом при проведении качественного атомно - эмиссионного анализа является:
- 1) длины волн спектральных линий;
  - 2) интенсивность спектральных линий;
  - 3) ширина спектральных линий;
  - 4) расстояние между спектральными линиями.
46. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:
- 1) лития;
  - 2) натрия;

- 3) стронция;  
4) железа.
47. Нагрев анализируемого образца до высокой температуры в методе атомно-эмиссионной спектроскопии используется:
- 1) только для его атомизации;
  - 2) только для ионизации атомов;
  - 3) только для возбуждения атомов;
  - 4) для атомизации с последующей ионизацией атомов.
48. Аналитическим сигналом при проведении качественного атомно - абсорбционного анализа является:
- 1) длины волн спектральных линий;
  - 2) интенсивность спектральных линий;
  - 3) ширина спектральных линий;
  - 4) расстояние между спектральными линиями.
49. Спектральную линию, возникающую при испускании, называют \_\_\_\_\_
50. Аналитическим сигналом при проведении количественного атомно-эмиссионного анализа является:
- 1) длины волн спектральных линий;
  - 2) интенсивность спектральных линий;
  - 3) ширина спектральных линий;
  - 4) расстояние между спектральными линиями.
50. В основе количественного анализа методом фотометрии пламени лежит уравнение:
- 1)  $I = I_0/c$ ;
  - 2)  $I = I_0 \cdot c$ ;
  - 3)  $I = a \cdot c^b$ ;
  - 4)  $I = I_0/g \cdot c$ .
- 51 Утверждение, соответствующее первому правилу Уолша:
- 1) излучение источника должно точно соответствовать длине волны аналитической спектральной линии;
  - 2) источник излучения должен иметь линейчатый спектр;
  - 3) источник излучения должен иметь сплошной спектр;
  - 4) ширина спектральной линии источника должна быть вдвое уже ширины линии определяемого элемента.
52. Утверждение, соответствующее второму правилу Уолша:
- 1) ширина спектральной линии источника должна быть вдвое уже ширины линии определяемого элемента;
  - 2) источник излучения должен иметь линейчатый спектр;
  - 3) источник излучения должен иметь сплошной спектр;
  - 4) излучение источника должно точно соответствовать длине волны аналитической спектральной линии.
53. Метод ААС основан на:
- 1) измерении поглощения резонансного излучения атомами определяемого элемента;
  - 2) измерении интенсивности излучения света возбужденными атомами;
  - 3) измерении интенсивности излучения света ионизированными атомами;
  - 4) измерении интенсивности излучения света ионизированными молекулами.
54. Кривая, изображающая зависимость концентрации соединений, выходящих из колонки с потоком подвижной фазы, от времени с момента начала разделения это
- 
55. В основе разделения методами адсорбционной хроматографии лежит:
- 1) адсорбция;
  - 2) абсорбция;
  - 3) сорбция;
  - 4) десорбция.

56. Физическая адсорбция от химической отличается...
- 1) высоким тепловым эффектом и необратимостью;
  - 2) высоким тепловым эффектом и обратимостью;
  - 3) невысоким тепловым эффектом и необратимостью;
  - 4) невысоким тепловым эффектом и обратимостью;
57. Различная способность веществ к адсорбции используется в
- 1) полярографии;
  - 2) томографии;
  - 3) рентгенографии;
  - 4) хроматографии
58. Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется:
- 1) сорбат;
  - 2) сорбтив;
  - 3) сорбент;
  - 4) элюент
59. В газожидкостной хроматографии неподвижная и подвижная фаза соответственно:
- 1) Сорбент – газ, элюент-газ;
  - 2) Сорбент – газ, элюент-жидкость;
  - 3) Сорбент – жидкость, элюент-газ;
  - 4) Сорбент – жидкость, элюент – жидкость;
60. Пробу непрерывно добавляют в систему при хроматографии
- 1) Вытеснительной;
  - 2) Фронтальной;
  - 3) Элюентной;
  - 4) Все варианты

### **7.3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля по компетенции ПК-1 – готов проводить почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Какие методы анализа используют в контроле загрязнения почв, воды, воздуха? Каковы преимущества физико–химических методов анализа?
2. Дать определение понятий: аналитический сигнал, принцип метода.
3. Укажите основные метрологические характеристики инструментальных методов анализа.
4. Какая существует взаимосвязь между воспроизводимостью и правильностью метода анализа?
5. Что такое чувствительность метода, коэффициент регрессии?
6. Перечислите основные стадии химического анализа. Как они влияют на точность анализа?
7. Виды и источники ошибок. Каким образом можно уменьшить случайные ошибки?
8. Какие причины вызывают систематические погрешности? Как их можно устранить?
9. В чем сущность статистической обработки результатов анализа?

10. Что такое среднее квадратичное отклонение единичного результата? Что такое дисперсия средней квадратичной ошибки, какая взаимосвязь ее с грубой ошибкой?
11. Перечислите способы расчета относительной погрешности.
12. Сущность метода градуировочного графика?
13. Классификация электрохимических методов анализа.
14. Сущность потенциометрических методов анализа.
15. Электродный потенциал, механизм его возникновения, факторы, влияющие на его величину.
16. Что такое электрохимическая ячейка, гальваническая цепь? Приведите примеры.
17. Виды электродов в зависимости от электродной реакции.
18. Какие электроды называют электродами сравнения и индикаторными электродами? Какие требования предъявляют к ним?
19. Виды индикаторных электродов, используемых в агрохимических исследованиях, их метрологические характеристики.
20. Какие виды измерений различают в потенциометрии? Укажите сущность их и область применения.
21. Для каких целей применяют потенциометрический анализ в агрохимии и почвоведении?
22. В чем сущность потенциометрического титрования? Какие индикаторные электроды применяют в потенциометрическом кислотно-основном титровании?
23. Методы потенциометрического титрования. Кривые титрования.
24. Принципиальные схемы рН-метров, иономеров.
25. Понятия и термины полярографии: сущность метода, индикаторный электрод, потенциал разложения, поляризация электрода.
26. Полярограмма, ее основные характеристики.
27. Виды полярографических методов анализа.
28. Инверсионная вольтамперометрия: сущность, вольтамперограмма и ее характеристики.
29. Методы определения концентрации веществ в полярографии, инверсионной вольтамперометрии.
30. Принципиальные схемы полярографа, вольтамперометрического анализатора.
31. В чем сущность кондуктометрии?
32. Классификация кондуктометрических методов анализа.
33. На чем основано кондуктометрическое титрование? Перечислите его достоинства и недостатки.
34. Виды кривых кондуктометрического титрования.
35. Область применения кондуктометрии в агрохимической практике, в почвоведении.
36. Основные приборы кондуктометрических методов анализа. 371. Сущность спектроскопии, виды спектров, методы спектрального анализа.

37. В чем сущность закона Бугера – Ламберта – Бера? Каково его математическое выражение?
38. Молекулярные спектры поглощения, их происхождение.
39. В чем отличие спектрофотометрии от фотоэлектродиметрии? Метрологические характеристики этих методов.
40. Внутренняя оптическая плотность ( $D$ ), факторы, влияющие на её величину.
41. Внутреннее пропускание ( $T$ ), молярный показатель поглощения, удельный показатель поглощения. Какие факторы влияют на их величину?
42. Закон аддитивности в фотоколориметрии. Какие факторы вызывают отклонение от законов светопоглощения?
43. Методы определения концентрации веществ в видимой и УФ областях спектра молекулярно-абсорбционной спектроскопии.
44. Сущность дифференциальной спектрофотометрии. Преимущества метода.
45. Назначение светофильтров в фотоколориметрии. Как влияет выбор длины волны на точность фотометрических определений?
46. В чем сущность нефелометрического метода анализа? Особенности этого метода и область применения в агрохимии и почвоведении.
47. Турбидиметрический метода анализа, его особенности и область применения в агрохимии и почвоведении.
48. Физические основы атомно–абсорбционного спектрального анализа. Факторы, влияющие на точность метода.
49. Атомно-абсорбционные спектрофотометры: основные блоки прибора, принцип работы
50. Эмиссионные спектры, их происхождение. Сущность эмиссионного спектрального анализа, факторы, влияющие на точность метода.
51. Пламенная фотометрия: сущность метода, аппаратура и применение в агрохимическом анализе.
52. Сущность хроматографии. Какие признаки положены в основу классификации хроматографических методов анализа?
53. Дать определение понятий: сорбция, десорбция, сорбент, элюент, элюат. Примеры протекания этих процессов в почве, при внесении удобрений.
54. Объясните принципы адсорбционной, распределительной и ионообменной хроматографии. Область применения этих видов хроматографии.
55. Теоретические основы газовой хроматографии, её виды.
56. Основные хроматографические системы, указать их отличительные признаки, область применения, метрологические характеристики.
57. Принципы основных способов разделения многокомпонентных смесей в хроматографии: фронтальный, вытеснительный, элюентный.
58. Дать определение понятий: хроматограмма, ширина зоны, высота пика, удерживаемый объем, время удерживания. Привести пример хроматограммы.
59. Коэффициент распределения, коэффициент разделения - основные показатели разделения смеси веществ. Как находят эти величины?

60. Что характеризует селективность в хроматографии? Какие факторы влияют на нее?
61. Основные хроматографические характеристики, обеспечивающие разделение многокомпонентных смесей.
62. Какие сорбенты используют в ионообменной хроматографии? Укажите наиболее широко используемые иониты, способы подготовки их к работе.
63. Методика анализа в ионообменной хроматографии: основные операции, количественное определение компонентов в элюате.
64. Какие требования предъявляют к газу-носителю в газовой хроматографии? Какие газы используют в этом качестве?
65. В чем заключаются особенности сорбентов, используемых в газовой хроматографии?
66. Приведите схему газового хроматографа, указав основные блоки, их назначение.
67. Объясните сущность методики анализа в бумажной и тонкослойной хроматографии, приведите примеры.
68. Высокоэффективная жидкостная хроматография: сущность метода, аппаратура, область применения.

### Практические задания для экзамена

1. Рассчитать концентрацию раствора HCl, если при титровании 50 мл этого раствора 0,01н раствором NaOH получены данные:

V титранта, мл:	0	2	4	6	8	10
R (Ом):	664	915	1490	1580	1010	740

2. Какие электроды необходимо взять для определения концентрации катиона аммония потенциометрическим методом? Составьте гальваническую цепь.

3. При определении железа в параллельных пробах были найдены следующие массы Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (мг): 1,685; 1,694; 1,756; 1,723; 1,727; 1,785. Вычислите среднюю квадратичную ошибку измерений.

4. При калибровке амперметра получены следующие значения:

Масса Cu, г.	0,201	0,483	0,819	1,037	1,275
Сила тока, А	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50

Постройте градуировочный график  $m(\text{Cu}) = f(I)$ .

5. При определении железа в параллельных пробах были найдены следующие массы Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (мг): 1,685; 1,694; 1,756; 1,723; 1,727; 1,785. Вычислите

среднюю квадратичную ошибку измерений.

6. При калибровке амперметра получены следующие значения:

Масса Cu, г.	0,201	0,483	0,819	1,037	1,275
Сила тока, А	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50

Постройте градуировочный график  $m(\text{Cu}) = f(I)$ .

7. Составьте гальваническую цепь, необходимую для определения концентрации ионов магния. Укажите реактивы, оборудование, этапы работы.

8. При полярографировании исследуемого раствора были получены следующие данные:

E, В:	0,4	0,5	0,6	0,65	0,70	0,75	1,00
$I_d$ , мкА:	0	0	0,5	10	27	35	38

Определите высоту полярографической волны графическим методом.

9. Какой индикаторный электрод используют в осадительном титровании при потенциометрическом определении содержания хлорид – ионов в воде, его устройство? Укажите реактивы, оборудование, этапы работы.

10. Составьте гальваническую цепь для потенциометрического определения рН раствора. Укажите реактивы, оборудование и этапы работы.

11. При полярографировании 50 мл исследуемого раствора соли  $\text{Cd}^{2+}$  высота волны равнялась 30 мм. Затем в раствор добавили 1 мл стандартного раствора с титром  $\text{Cd}^{2+}$ , равным 10 мг/мл. Высота волны в этом растворе равнялась 55 мм. Найти концентрацию  $\text{Cd}^{2+}$  в исследуемом растворе соли.

12. Какие электроды используют для определения окислительно-восстановительного потенциала почвенной вытяжки? Составьте схему гальванической цепи, укажите реактивы, оборудование и этапы работы.

13. Составить гальваническую цепь для ионометрического определения кальция. Указать реактивы, оборудование и этапы работы.

14. При каких агроэкологических анализах применяют вольтамперметрические методы? Рассчитать концентрацию исследуемого раствора цинка по следующим данным:  $C_{cm} = 10$  мг/мл,

$V_{cm} = 2$  мл.

$$h_{cm} = 34 \text{ мм}, \quad h_x = 71 \text{ мм}; \quad V_x = 2,5 \text{ мм}.$$

15. Стекланный электрод, его устройство и применение. Почему стекланный электрод нужно градуировать? В чем заключается процесс градуировки электрода.

16. Для построения градуировочного графика при турбидиметрическом определении хлора в воде получены следующие данные:

$$T_{Cl^-}, \text{ мг/см}^3: \quad 6 \times 10^{-3} \quad 9 \times 10^{-3} \quad 12 \times 10^{-3} \quad 15 \times 10^{-3} \quad 18 \times 10^{-3}$$

$$D: \quad 0,05 \quad 0,075 \quad 0,10 \quad 0,125 \quad 0,15$$

Найти содержание хлора в 1 л воды, если  $D_x$  воды 0,11.

Исходя из ПДК хлора в водопроводной воде сделайте вывод о возможности использовать данную воду для питья.

17. Молярный показатель поглощения сульфосалицилата железа (Ш) равен  $1,6 \cdot 10^3$ . Найти содержание железа в  $100 \text{ см}^3$  раствора, если известно, что оптическая плотность исследуемого раствора 0,10 в кювете с толщиной слоя 1 см.

18. Аппаратура ААС анализа. Изобразить схему атомно - абсорбционного спектрофотометр. Применение ААС в анализе биологических образцов.

19. Из анализируемого раствора объемом 100мл, содержащего окрашенный комплекс никеля (II) с диметилглиоксимом, отобрали пробу и измерили оптическую плотность ( $D_x = 0,655$ ) в кювете с толщиной слоя раствора  $l = 1 \text{ см}$  при  $\lambda = 470 \text{ нм}$ .

Серия стандартных растворов:

C, мкг/мл	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0
D	0,182	0,364	0,546	0,728	0,900

Построить градуировочный график и найти массу никеля (II) в анализируемом растворе.

20. Найти содержание меди (II) в  $100 \text{ см}^3$  раствора по следующим данным:  $\varepsilon = 390 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ ;  $D = 0,21$ ;  $l = 1 \text{ см}$ .

6. Найдите концентрацию железа, определяемого нефелометрическим методом, если:  $I_x = 15 \text{ мкА}$ , навеска почвы 10 г, объем вытяжки 20мл.

Для стандартных растворов получены данные:



<b>C, %</b>	0,05	0,1	0,25	0,5
<b>I, мкА</b>	3	7,5	16,0	28,5

21. При колориметрическом титровании 10 мл раствора соли  $Fe^{2+}$  0,1н раствором комплексона (III) при рН = 2,4 были получены данные:

<b>V<sub>к</sub>, мл</b>	0	2	4	6	8
<b>D</b>	0,71	0,45	0,19	0	0

Рассчитать содержание Fe (II) в растворе.

22. Пропускание T испытуемого раствора равно 83,2 %. Какова оптическая плотность данного раствора?

23. Нефелометрическое титрование: сущность метода, техника выполнения, вид кривых титрования. Использование нефелометрии а агроэкологии.

24. Резонансное поглощение света. Укажите линии резонансного поглощения: меди, цинка, свинца. Подберите оптимальные условия определения этих элементов атомно – абсорбционным методом.

25. Сущность метода дифференциальной спектрофотометрии. Область применения при анализе природных проб.

26. Опишите методику пламенно-фотометрического определения калия в почвах.

27. При флуориметрическом определении концентрации  $Al^{3+}$  (10 мл раствора) получены значения интенсивности излучения:

<b>C(<math>Al^{3+}</math>), мкг/10мл</b>	0,04	0,06	0,08	x
<b>I, мкА</b>	11	17	23	19

Рассчитать концентрацию алюминия в растворе.

28. При измерении интенсивности люминесценции растворов получены данные (раствор соли  $Al^{3+}$ ):

<b>C(<math>Al^{3+}</math>), мкг/10мл</b>	0	x	x + 0,03	x + 0,05
<b>I, мкА</b>	2	10	16	20

Найти концентрацию алюминия в растворе.

29. Методы определения концентрации вещества в видимой и УФ областях: сущность, достоинства и недостатки каждого метода.

30. Детекторы газовой хроматографии. Принцип действия катарометров и денситометров, область их применения.

31. При разделении ртути, кадмия и меди на целлюлозе коэффициенты движения оказались следующими:

$$R_f(\text{Hg}) = 1,00; \quad R_f(\text{Cd}) = 0,82; \quad R_f(\text{Cu}) = 0,92.$$

Найдите пути движения каждого иона, если фронт элюента 15 см. Изобразите хроматограмму, указав на ней положение каждого иона.

32. Через колонку анионита в гидроксид-форме пропустили раствор хлорида натрия. На титрование полученного элюата в объеме 75 мл израсходовали 8,4 мл 0,1н раствора хлороводородной кислоты. Рассчитайте массу сорбированных хлорид-ионов из раствора соли, составьте схему ионообменной сорбции.

33. Рассчитайте коэффициенты движения хлорфенолов, если при разделении их с бензолом получили следующую хроматограмму (ТСХ): фронт бензола – 12 см; путь 3 – хлорфенола – 9,4 см; путь 2,4 дихлорфенола – 7,3 см; 2,4,6 – трихлорфенола – 4,2 см, пентахлорфенола – 1,1 см. Изобразите схему хроматограммы.

34. Что такое элюент (растворитель) и проявитель в распределительной хроматографии? Для разделения ртути и кадмия использовали различные элюенты и получили следующие значения коэффициентов движения  $R_f$ :

а) этанол – 5М НСІ (90:10)	$R_f(\text{Hg}) = 0,97; \quad R_f(\text{Cd}) = 0,93$
б) этанол - бутанол – ацетон - вода – пиридин – $\text{HNO}_3$ – НСІ (22:10 : 11:28:1 : 1:12)	$R_f(\text{Hg}) = 1,00; \quad R_f(\text{Cd}) = 0,89$

Какой элюент дает более четкое разделение? Влияет ли проявитель на процесс разделения?

35. При исследовании сорбции ионов марганца (II), меди и кобальта из аммиачно-цитратных растворов на катионите КУ-1 в аммонийной форме получены следующие значения коэффициентов распределения:

$$K_p(\text{Mn}) = 0,586; \quad K_p(\text{Cu})=159,75; \quad K_p(\text{Co})=2,5.$$

Сделайте вывод о возможности разделения этих ионов при указанных условиях, рассчитав коэффициенты разделения. Чем объясняется различие сорбции?

36. Что такое порог чувствительности детектора? Ниже указаны значения порога чувствительности некоторых газохроматографических детекторов:

катарометр –  $10^{-3} - 10^{-5}$  мг/мл;

пламенно – ионизационный –  $10^{-9} - 10^{-12}$  мг/с;

термоионный –  $10^{-4} - 10^{-6}$  мг/мл;

по захвату электронов –  $3 \cdot 10^{-11}$  мг/с;

Опишите принцип действия указанных детекторов, область применения, укажите наиболее чувствительный из них.

37. Что такое неподвижная жидкая фаза и твердый носитель в газожидкостной хроматографии? Укажите наиболее широко применяемые вещества для этих целей. Какое влияние оказывает температура на разделение смеси в газовой хроматографии

38. В чем отличие высокоэффективной жидкостной хроматографии от обычной жидкостной? Изобразите схему хроматографа для ВЭЖХ.

39. Опишите методику анализа смеси органических растворителей методом газожидкостной хроматографии.

40. В чем сущность ионообменного метода определения цинка в почвах? Составьте схему ионообменного процесса сорбции цинка на анионите из 1н раствора HCl и процесса десорбции 0,01н раствором хлороводородной кислоты.

41. Опишите методику количественного определения аминокислот методом бумажной хроматографии.

42. Рассчитать содержание (%) газов в смеси по данным, полученным при газовой хроматографии смеси:

Газ	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$
Площадь пика, $V$	5	7	5	4
$k$	0,60	0,77	1,00	1,11

44. Влияет ли проявитель на ход разделения в бумажной хроматографии? Принцип выбора проявителя. Для каких ионов можно использовать в качестве проявителя сероводород?

45. Что такое гель – хроматография? Почему этот вид хроматографии используют в анализе почв для классификации гуминовых веществ? Какие носители применяют в гель – хроматографии?

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся по дисциплине производится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

##### **7.4.1 Рефераты (доклады)**

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

**Критериями оценки реферата** являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** – выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

##### **Критерии оценки знаний обучающихся при выступлении с докладом**

Показатель	Градация	Баллы
Соответствие доклада заявленной теме, цели и задачам	соответствует полностью	2
	есть несоответствия (отступления)	1

проекта	в основном не соответствует	0
Структурированность (организация) доклада, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2
	структурировано, не обеспечивает	1
	не структурировано, не обеспечивает	0
Культура выступления – чтение с листа или рассказ, обращённый к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2
	рассказ с обращением к тексту	1
	чтение с листа	0
Доступность доклада о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих вопросов	2
	доступно с уточняющими вопросами	1
	недоступно с уточняющими вопросами	0
Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	целесообразна	2
	целесообразность сомнительна	1
	не целесообразна	0
Соблюдение временного регламента доклада (не более 7 минут)	соблюдён (не превышен)	2
	превышение без замечания	1
	превышение с замечанием	0
Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу доклада	все ответы чёткие, полные	2
	некоторые ответы нечёткие	1
	все ответы нечёткие/неполные	0
Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в докладе	владеет свободно	2
	иногда был неточен, ошибался	1
	не владеет	0
Культура дискуссии – умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2
	ответил на бóльшую часть вопросов	1
	не ответил на бóльшую часть вопросов	0

#### **Шкала оценки знаний обучающихся при выступлении с докладом:**

Оценка «отлично» – 15-18 баллов.

Оценка «хорошо» – 13-14 баллов.

Оценка «удовлетворительно» – 9-12 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» – 0-8 баллов.

#### **7.4.2. Контрольные работы**

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу

**Критериями оценки контрольной работы** является: степень раскрытия сущности вопроса, позволяющей судить об освоении студентом темы или раздела.

**Оценка «отлично»** — выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** — выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но

допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** — выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** — выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

#### **7.4.3 Тестовые задания**

Тесты – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

##### **Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования**

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85 % тестовых заданий;

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70 % тестовых заданий;

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее 51 %;

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

#### **7.4.4 Критерии оценки на экзамене**

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который:

– Обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения лабораторных работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся

– Обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения лабораторных работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который:

– Показывает знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении лабораторных работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему лабораторные работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Основная учебная литература**

1. Александрова Э. А. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум : учеб. пособие. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. - М. : КолосС, 2011. - 351 с. - ISBN 978-5-9532-0742-3

2. Александрова Э.А. Аналитическая химия : учеб. и практикум для прикл. бакалавриата. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова; Куб. гос. аграр. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 355 с. - УМО. - ISBN 978-5-9916-4234-7

3. Теоретические основы физико-химических методов анализа : учеб. пособие / Е. А. Кайгородова [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 187 с. - ISBN 978-5-94672-875-1. - [https://edu.kubsau.ru/file.php/105/teoreticheskie\\_osnovy\\_fiziko-khimicheskikh\\_metodov\\_analiza.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/teoreticheskie_osnovy_fiziko-khimicheskikh_metodov_analiza.pdf)

### **Дополнительная учебная литература**

1. Александрова Э. А. Хроматографический анализ в агроэкологии. Электронное учебное пособие для студентов высших учебных заведений. / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. - Краснодар. 2012. – 193 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03\\_03.07.13/13\\_KHromatograficheskii\\_analiz\\_v\\_agroehkologii.AleksandrovaENA.GaidukovaNG.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/13_KHromatograficheskii_analiz_v_agroehkologii.AleksandrovaENA.GaidukovaNG.pdf)

2. Физико-химические методы анализа : лаб. практикум / Е. А. Кайгородова Н. Е. Косянок, С. А. Пестунова, Д. В. Гавриленко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 118 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Praktikum\\_FKHMA\\_ehkologi\\_gotov.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/105/Praktikum_FKHMA_ehkologi_gotov.pdf)

3. Лабораторный практикум по физико-химическим методам анализа : учеб. пособие / Н.Г. Гайдукова, Н.А. Кошеленко, И.И. Сидорова, И.В. Шабанова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Краснодар, 2010. - 478 с.

4. Гайдукова Н. Г. Инструментальные методы исследования в агроэкологии : учеб. пособие / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова; под общ. ред.

Н.Г. Гайдуковой; Куб. гос. аграр. ун-т. - Краснодар, 2015. - 301 с. - ISBN 978-5-94672-968-0

### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – ЭБС:**

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Тематика</b>	<b>Ссылка</b>
1	Znanium.com	Универсальная	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
2	IPRbook	Универсальная	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
3	Издательство «Лань»	Универсальная	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
4	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	<a href="https://edu.kubsau.ru/">https://edu.kubsau.ru/</a>

### **Рекомендуемые интернет сайты:**

Перечень Интернет сайтов:

1. <http://www.xumuk.ru/>
2. <http://www.koob.ru>

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Физико-химические методы анализа : учеб. пособие / Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко, И. И. Сидорова, И.В. Шабанова - 3-е изд., испр. и доп. - Краснодар : КубГАУ, 2015. - 315 с. - МСХ. - ISBN 978-5-94672-926-0

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.



### 11.1 Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений

### 11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине «Физико-химические методы анализа»

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Физико-химические методы анализа	<p>Помещение № 412 ЗОО, посадочных мест — 144; площадь — 131,7 кв.м; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. сплит-система — 2 шт.; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение №133 ЗОО, площадь — 42,7 кв.м; Учебная специализированная лаборатория электрохимиче-</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета

	<p>ских методов исследования (кафедры химии)  лабораторное оборудование (кондуктометр — 2 шт.; иономер — 2 шт.; встряхиватель — 1 шт.; стенд лабораторный — 3 шт.; рН-метр — 3 шт.);  специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №134 ЗОО, площадь — 37,2 кв.м; Учебная специализированная лаборатория определения тяжелых металлов в почвах и растениях (кафедры химии)  сплит-система — 1 шт.;  лабораторное оборудование (весы — 2 шт.; анализатор — 2 шт.; кондуктометр — 1 шт.; дистиллятор — 1 шт.; печь — 1 шт.; стенд лабораторный — 2 шт.; мешалка — 4 шт.; мельница — 2 шт.);  технические средства обучения (компьютер персональный — 1 шт.);  специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №229 ЗОО, посадочных мест — 25; площадь — 41,1 кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся.  сплит-система — 1 шт.;  технические средства обучения (проектор — 1 шт.; акустическая система — 1 шт.);  доступ к сети «Интернет»;  доступ в электронную информационно-</p>	
--	--	--

	образовательную среду университета; специализированная мебель(учебная мебель).	ме-
--	---	-----