

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный аграрный университет»

СОГЛАСОВАНО

Декан экономического факультета

  
\_\_\_\_\_ В.Е. Левичев

подпись

« 7 » июля 201 6 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ И.А. Косачев

подпись

« 8 » июля 201 6 г.

Кафедра химии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»**

Направление подготовки 38.03.07 Товароведение  
Образовательная программа "Товароведение и экспертиза товаров (в сфере  
производства и обращения сельскохозяйственного сырья и  
продовольственных товаров)"

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Барнаул 2016

Рабочая программа учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования» составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.07 Товароведение. образовательная программа " Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства и обращения сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров)", в соответствии с учебным планом, утвержденным ученым советом университета (протокол № 8 от 29.03.2016 г.), для очной формы обучения.

Рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 19 от «22» июня 2016 г.

Зав. кафедрой

к.х.н., доцент



Г.В. Оствальд

Одобрена на заседании методической комиссии экономического факультета, протокол № 7 от «30» июня 2016 г.

Председатель методической комиссии

к.п.н., доцент



Н.В. Тумбаева

Составитель:

к.с-х.н., доцент



С.А. Довбыш

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу учебной дисциплины  
«Физико-химические методы исследования»**

на 2017 - 2018 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № 1 от 01.09 2017 г.  
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. изменения нет
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

**Составители изменений и дополнений:**

<u>к.с.н. н. доц.</u>	<u>Л.С.</u>	<u>Александрова Л.</u>
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
<b>Зав. кафедрой</b>	<u>Л.С.</u>	<u>Александрова Л.</u>
<u>к.с.н. н. доц.</u>	подпись	И.О. Фамилия
ученая степень, учёное звание	_____	_____

на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

**Составители изменений и дополнений:**

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
<b>Зав. кафедрой</b>	_____	_____
_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

**Составители изменений и дополнений:**

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
<b>Зав. кафедрой</b>	_____	_____
_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

**Составители изменений и дополнений:**

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
<b>Зав. кафедрой</b>	_____	_____
_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия



## Оглавление

1.Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2.Место дисциплины в структуре <b>ОПОП ВО</b> .....	4
3.Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	5
4.Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.....	6
5.Тематический план изучения дисциплины.....	7
7. Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
7.1 Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости.....	8
7.2 Характеристика фондов оценочных средств для промежуточной аттестации.....	10
8.Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	11
8.1.Библиографический список рекомендуемых изданий основной и дополнительной учебной литературы.....	11
8.2. Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий, программно-информационных материалов (видеофильмы, обучающие программы, электронные базы данных, электронные учебники, электронные тесты, мультимедийные разработки и пр.).....	11
9.Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	13

## 1.Цель и задачи освоения дисциплины.

Цель дисциплины – усвоение теоретических знаний, приобретение умений и навыков использования физико-химических методов исследования продовольственных товаров и установления их соответствия гигиеническим требованиям и заявленному составу.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями и терминами аналитической химии и принципами организации аналитического контроля продовольственных товаров;
- ознакомление с основными методами пробоотбора и пробоподготовки при анализе продовольственных товаров;
- ознакомление с принципами физико-химических исследований;
- ознакомление с основными методами современного инструментального анализа продовольственных товаров;
- ознакомление с основами работы на современных приборах, используемых для анализа продовольственных товаров.

## 2.Место дисциплины в структуре **ОПОП ВО**.

Дисциплина **относится к базовой части Блока 1 учебного плана ОПОП**

Таблица 1 – Сведения о дисциплинах, практиках (и их разделах), на которые опирается содержание данной дисциплины

Наименование дисциплины, других элементов учебного плана	Перечень разделов
Химия	Способы выражения концентрации раствора; растворы электролитов; равновесия в растворах; окислительно-восстановительные реакции; комплексные соединения; поверхностные явления и адсорбция
Физика	Физика колебаний и волн; молекулярная физика и термодинамика
Математика	Статистические методы обработки экспериментальных данных.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.

Таблица 2 – Сведения о компетенциях и результатах обучения, формируемых данной дисциплиной

Содержание компетенций, формируемых полностью или частично данной дисциплиной	Коды компетенций в соответствии с ФГОС ВО	Перечень результатов обучения, формируемых дисциплиной		
		По завершении изучения данной дисциплины выпускник должен		
		знать	уметь	владеть
Способность применять знания естественнонаучных дисциплин для организации торговых-технологических процессов и обеспечения качества и безопасности потребительских товаров	ОПК-5	основные термины и понятия аналитического контроля, нормативно-правовую базу пробоотбора потребительских товаров, предназначенных для аналитического контроля, принципы организации лабораторий аналитического контроля, основные способы пробоподготовки, физико-химические основы методов инструментального анализа, виды инструментального анализа и экспертизы потребительских товаров, типы современных приборов, используемых для инструментального анализа	воспроизводить методику выполнения измерений нормируемых компонентов при наличии актуализированных ГОСТ и инструкций по эксплуатации прибора, что включает приготовление растворов необходимых реактивов, пробоподготовку, нахождение градуировочной функции, получение и обработку результатов измерений и их оценку, владеть техникой выполнения аналитических операций при качественном и количественном физико-химическом анализе вещества; критически оценивать информацию на основе научного подхода.	современными способами поиска научной информации о существующих методах аналитического контроля потребительских товаров и нормативно-правовых документах в этой области, самостоятельной работы в химической лаборатории, проведения физико-химического анализа для последующего его использования при контроле качества потребительских товаров

#### 4.Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

Таблица 3 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий, реализуемой по учебному плану направления подготовки 38.03.07 «Товароведение», образовательная программа " Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства и обращения сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров)", для очной формы обучения, часов

Вид занятий	Всего	в т.ч. по семестрам	
		IV	
1. Аудиторные занятия, часов, всего,	70	70	
в том числе:			
1.1. Лекции	26	26	
1.2. Лабораторные работы	44	44	
1.3. Практические (семинарские) занятия	-	-	
2. Самостоятельная работа, часов, всего	74	74	
в том числе:			
2.1. Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-	
2.2. Расчетно-графическое задание (РГР)	-	-	
2.3. Самостоятельное изучение разделов			
2.4. Текущая самоподготовка	47	47	
2.5. Подготовка и сдача экзамена	27	27	
2.6. Контрольная работа (К)	-	-	
Итого часов (стр. 1+ стр.2)	144	144	
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость, зачетных единиц	4	4	

## 5. Тематический план изучения дисциплины.

Таблица 4 – Тематический план изучения дисциплины по учебному плану направления подготовки 38.03.07 «Товароведение», образовательная программа "Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства и обращения сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров)", для очной формы обучения, часов

Наименование темы	Изучаемые вопросы	Объем часов			Форма текущего контроля
		Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
Физико-химические методы анализа	Предмет, цели и задачи учебной дисциплины. Свойства веществ, используемые в количественном анализе: масса, оптические свойства, электрохимические свойства. Классификация ФХМА. Методы расчета концентрации: метод градуировочного графика, метод стандартных добавок. Роль аналитического контроля в безопасности, качестве и идентификации продовольственных товаров.	6	10	11	ЛР, Р
Оптические методы анализа	Фотометрический метод анализа. Поляриметрический метод анализа. Рефрактометрический метод анализа. Атомно-абсорбционный анализ.	8	14	12	ЛР, Р, ДЗ
Электрохимические методы анализа	Кондуктометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Кондуктометрическое титрование. Потенциометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Потенциометрическое титрование. Вольтамперометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Полярография.	6	10	12	ЛР, Р, ДЗ
Хроматографические методы анализа	Газовая хроматография. Сущность метода. Параметры разделения. Особенности проведения хроматографирования. Жидкостная хроматография. Сущность метода. Условия хроматографирования	6	10	12	ЛР, Р
	Подготовка к экзамену			27	
	Всего	26	44	74	

\*Формы текущего контроля: лабораторная работа (ЛР); домашнее задание (ДЗ); реферат (Р).

## 6. Образовательные технологии

По дисциплине «Физико-химические методы исследования» удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в соответствии с данной программой составляет 23 процента.

Таблица 4 – Активные и интерактивные формы проведения занятий, используемые на аудиторных занятиях по учебному плану направления подготовки 38.03.07 «Товароведение», образовательная программа "Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства и обращения сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров)", для очной формы обучения

Семестр	Вид занятия	Используемые активные и интерактивные формы проведения занятий	Количество часов
4	ЛР	Работа в малых группах (3- 4 человека) - возможность всем студентам практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения: умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия, чтобы ответить на поставленные вопросы и решить требуемые задачи.	12
	ЛР	Кейс-технология - объединение теории и практики в учебные задачи, которые обсуждаются и решаются преимущественно в небольших группах (либо индивидуально), причем теория не иллюстрируется примерами, а осваивается в ходе изучения и анализа примеров.	4
Итого:			16

## 7. Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 7.1 Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости

#### 7.1.1. Написание рефератов по отдельным темам курса

Реферат (Р) представляет собой доклад на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных источников.

Написание реферата практикуется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п.

С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Подготовка рефератов способствует закреплению знаний у будущего специалиста, развитию умения самостоятельно анализировать многообразные естественнонаучные процессы и явления, вести полемику.

Традиционно, реферат содержит в себе следующие части:

- 1) План или содержание.
- 2) Введение.
- 3) Основная часть.
- 4) Заключение или выводы.
- 5) Список использованной литературы

Таблицы, графики, фотографии, рисунки, дополнительные сведения рекомендуется оформить как приложения.

Объем реферата — от 7 до 10 машинописных страниц.

Критерии оценки реферата:

1. Обоснование актуальности темы (введение) - (1-5 баллов).
2. Логичность построения работы, взаимосвязь ее частей - (1-5 баллов)
3. Раскрытие темы (новизна приведенных в работе данных) (1 - 5 баллов).
4. Стилистика, оформление работы - (1-5 баллов).
5. Наличие выводов, новизна цитируемых литературных источников - (1-5 баллов).

ИТОГО:

20-25 баллов - оценка "отлично"

15-19 балла - оценка "хорошо"

10-14 балла - оценка "удовлетворительно"

### **7.1.2. Домашнее задание**

Домашнее задание (ДЗ) предполагает изучение студентами теоретического материала, подготовку к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание отчетов, решение задач, работу в электронной образовательной среде и др. для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

Решения домашних заданий представляются в письменной форме.

Оценка, выставляемая за домашнее задание, качественного типа - по шкале наименований «зачтено» / «не зачтено».

### **7.1.3. Лабораторная работа**

*Лабораторная (ЛР) работа* — практическая работа студента под руководством преподавателя, связанная с использованием учебного,

научного или производственного оборудования (приборов, устройств и др.) с физическим моделированием и проведением экспериментов, направленная в основном на приобретение новых фактических знаний и практических умений.

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять химический эксперимент.

Перед выполнением каждой лабораторной работы студент самостоятельно готовит отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается рисунок и описание установки, заготовки таблиц численных результатов, подбирает формулы для последующих вычислений. Во время аудиторного занятия студенты фиксируют полученные результаты, проводят необходимые расчеты и делают выводы.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений и т.п.

Оценка, выставляемая за лабораторную работу, квалитативного типа - по шкале наименований «зачтено» / «не зачтено».

## **7.2 Характеристика фондов оценочных средств для промежуточной аттестации**

Согласно учебному плану формой промежуточной аттестации по дисциплине «Физико-химические методы исследования» является экзамен.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

Экзамены проводятся по билетам в устной или письменной форме. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и два практических задания.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 8.1. Библиографический список рекомендуемых изданий основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная

1. Цитович, И. К. Курс аналитической химии : учебник для вузов с.-х. специальностей / И. К. Цитович. - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 496 с. : ил.
2. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов. - СПб. : Лань, 2012. - 480 с.
3. Криштафович, В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. И. Криштафович, Д. В. Криштафович, Н. В. Еремеева. - Электрон. текстовые дан. (1 файл). - М. : Дашков и К', 2015. - 208 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/61057/>

#### Дополнительная

1. Кусакина, Н.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Кусакина, Т.И. Бокова, Г.П. Юсупова. — Новосибирск : НГАУ, 2010. — 118 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4555/>
2. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум / В. П. Гуськова [и др.] ; Кемеровский технологический ин-т пищевой промышленности. - Электрон. текстовые дан. - Кемерово : [б. и.], 2007.- 96 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4591/>
3. Соколова, С. А. Физико-химические методы анализа : курс лекций / С. А. Соколова, О. В. Перегончая. - Воронеж : Воронежский ГАУ, 2012. - 157 с.
4. Довбыш, С. А. Химия : учебно-методическое пособие / С. А. Довбыш, Г. В. Оствальд ; АГАУ. - Барнаул : АГАУ, 2014 - Ч. 6 : Физико-химические методы анализа. - 2014. - 44 с.

### 8.2. Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий, программно-информационных материалов (видеофильмы, обучающие программы, электронные базы данных, электронные учебники, электронные тесты, мультимедийные разработки и пр.)

1. Электронная библиотека сайта Chemnet – <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/welcom.html>
2. Химический портал – <http://www.chemport.ru>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация данной учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий и учебно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных программой учебной дисциплины и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционные аудитории, аудитории для проведения практических занятий, оснащенные средствами для мультимедийных презентаций,
- лаборатории для проведения лабораторных работ, оснащенные необходимым оборудованием:

Шкафы вытяжные химические – 5 шт.; Шкаф для посуды – 2 шт.; Стол лабораторный химический – 38 шт.; Мойка двойная – 1 шт.; Стол островной химический – 1 шт.; Стол химический для весов – 1 шт.; Весы MW – 300 T – 2 шт.; Электроплитка «Elenberg» – 4 шт.; Весы аналитические АДВ-200 – 1 шт.; Весы ВЛКТ-500 – 3 шт.; Калориметр – 1 шт.; Ионномер – 1 шт.; Весы лабораторные – 1 шт.; Шкаф сушильный – 2 шт.; Дистиллятор ДЭ-25 – 1 шт.

Химическая посуда: колбы для титрования, мерные колбы, пробирки, бюретки, мерные цилиндры, пипетки, химические стаканы, капельницы, воронки, ареометры; спиртовки.

Химические реактивы.

Стенды; Таблицы; Плакаты

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1  
к программе дисциплины «Физико-химические  
методы исследования»

## Аннотация дисциплины «Физико-химические методы исследования»

Направление подготовки 38.03.07 Товароведение  
Образовательная программа «Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства  
и обращения сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров)»  
Программа подготовки: прикладной бакалавриат

**Цель дисциплины:** усвоение теоретических знаний, приобретение умений и навыков использования физико-химических методов исследования продовольственных товаров и установления их соответствия гигиеническим требованиям и заявленному составу.

**Освоение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся  
следующих компетенций:**

№ п/п	Содержание компетенций, формируемых полностью или частично данной дисциплиной
1	способность применять знания естественнонаучных дисциплин для организации торгово-технологических процессов и обеспечения качества и безопасности потребительских товаров (ОПК-5)

**Трудоемкость дисциплины, реализуемой по учебному плану направления  
подготовки 38.03.07 «Товароведение», образовательная программа «Товароведение и  
экспертиза товаров (в сфере производства и обращения сельскохозяйственного  
сырья и продовольственных товаров)»**

Вид занятий	Всего	в т.ч. по семестрам	
		IV	
1. Аудиторные занятия, часов, всего,	70	70	
в том числе:			
1.1. Лекции	26	26	
1.2. Лабораторные работы	44	44	
1.3. Практические (семинарские) занятия	-	-	
2. Самостоятельная работа, часов, всего	74	74	
Итого часов (стр. 1+ стр.2)	144	144	
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость, зачетных единиц	4	4	

Формы промежуточной аттестации: **экзамен**

### Перечень изучаемых тем:

1. Физико-химические методы анализа
2. Оптические методы анализа
3. Электрохимические методы анализа

#### 4. Хроматографические методы анализа

Приложение 2  
к программе дисциплины  
«Физико-химические методы исследования»

#### Список имеющихся в библиотеке университета изданий основной литературы по дисциплине «Физико-химические методы исследования»

№ п/п	Библиографическое описание издания	Примечание
1	Цитович, И. К. Курс аналитической химии : учебник для вузов с.-х. специальностей / И. К. Цитович. - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 496 с. : ил.	120
2	Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов. - СПб. : Лань, 2012. - 480 с.	15
3	Криштафович, В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. И. Криштафович, Д. В. Криштафович, Н. В. Еремеева. - Электрон. текстовые дан. (1 файл). - М. : Дашков и К', 2015. - 208 с. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/61057/">http://e.lanbook.com/view/book/61057/</a>	ЭБС «Лань»

#### Список имеющихся в библиотеке университета изданий дополнительной литературы по дисциплине «Физико-химические методы исследования»

№ п/п	Библиографическое описание издания	Примечание
1	Кусакина, Н.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Кусакина, Т.И. Бокова, Г.П. Юсупова. — Новосибирск : НГАУ, 2010. — 118 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/4555/">http://e.lanbook.com/view/book/4555/</a>	ЭБС «Лань»
2	Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум / В. П. Гуськова [и др.] ; Кемеровский технологический ин-т пищевой промышленности. - Электрон. текстовые дан. - Кемерово : [б. и.], 2007.- 96 с.- Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/4591/">http://e.lanbook.com/view/book/4591/</a>	ЭБС «Лань»
3	Соколова, С. А. Физико-химические методы анализа : курс лекций / С. А. Соколова, О. В. Перегончая. - Воронеж : Воронежский ГАУ, 2012. - 157 с.	1
4	Довбыш, С. А. Химия : учебно-методическое пособие / С. А. Довбыш, Г. В. Оствальд ; АГАУ. - Барнаул : АГАУ, 2014 - . Ч. 6 : Физико-химические методы анализа. - 2014. - 44 с.	30

Составитель:

к.с-х.н., доцент  
ученая степень, должность

\_\_\_\_\_   
подпись

С.А. Довбыш  
И.О. Фамилия

Список верен  
Должность работника библиотеки

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_   
И.О. Фамилия

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»**

### **1.Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **1.1.Написание рефератов по отдельным темам курса**

Реферат (Р) представляет собой доклад на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных источников.

Написание реферата практикуется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п.

С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Подготовка рефератов способствует закреплению знаний у будущего специалиста, развитию умения самостоятельно анализировать многообразные естественнонаучные процессы и явления, вести полемику.

Традиционно, реферат содержит в себе следующие части:

- 1) План или содержание.
- 2) Введение.
- 3) Основная часть.
- 4) Заключение или выводы.
- 5) Список использованной литературы

Таблицы, графики, фотографии, рисунки, дополнительные сведения рекомендуется оформить как приложения.

Объем реферата — от 7 до 10 машинописных страниц.

Критерии оценки реферата:

1. Обоснование актуальности темы (введение) - (1-5 баллов).
2. Логичность построения работы, взаимосвязь ее частей - (1-5 баллов)
3. Раскрытие темы (новизна приведенных в работе данных) (1 - 5 баллов).
4. Стилистика, оформление работы - (1-5 баллов).
5. Наличие выводов, новизна цитируемых литературных источников - (1-5 баллов).

**ИТОГО:**

20-25 баллов - оценка "отлично"

15-19 балла - оценка "хорошо"

10-14 балла - оценка "удовлетворительно"

#### **Примерные темы рефератов:**

1. Роль физико-химических методов анализа потребительских товаров при установлении их безопасности и качества.

2. Нормативные документы, обуславливающие безопасность и качество потребительских товаров.
3. Значение «хорошей лабораторной практики» при установлении безопасности и качества потребительских товаров.
4. Исторические аспекты спектроскопических методов исследования.
5. Атомная спектроскопия и её роль при исследовании безопасности продовольственных товаров.
6. Цвет как характеристика потребительских свойств товаров.
7. Электронная спектрофотометрия и закон Бугера-Ламберта-Бера.
8. Проблемы идентификации органических компонентов потребительских товаров и молекулярная спектроскопия.
9. Инфракрасная спектроскопия в фундаментальной области и её использование для обнаружения фальсификации потребительских товаров
10. Инфракрасная спектроскопия в ближней области и её использование при анализе потребительских свойств продовольственных товаров.
11. Исторические аспекты хроматографии и её современное состояние.
12. Газожидкостная хроматография и анализ продовольственных товаров.
13. Жидкостная хроматография и анализ продовольственных товаров.
14. Принципы масс-спектрометрии и её аппаратурная реализация.
15. Масс-спектрометрия в аналитической химии. Способы идентификация веществ по их масс-спектру.

## 1.2. Примерный перечень вопросов, расчетных задач и других видов заданий для самостоятельной работы студентов

### Задания по теме «Оптические методы анализа»

1. Выразить оптическую плотность в процентах светопропускания: а) 0,054; б) 0,801; в) 0,521.
2. Перевести данные светопропускания в оптические плотности: а) 22,2%; б) 52,5%; в) 62,3%.
3. Светопропускание окрашенного раствора соли алюминия, содержащего 3,20 мг  $Al^{3+}$ -ионов в  $100\text{ см}^3$  при  $\lambda = 480\text{ нм}$  в кювете с  $l = 2\text{ см}$ , равно 34,6 %. Рассчитать молярный коэффициент поглощения.
4. Найти оптимальную толщину поглощающего слоя для фотометрирования окрашенного раствора соли железа с молярным коэффициентом поглощения 4000 при концентрации 0,05 мг железа в  $50\text{ см}^3$ . Оптимальное значение оптической плотности равно 0,430.
5. Оптическая плотность раствора  $KMnO_4$  с концентрацией  $5\text{ мкг/см}^3$ , измеренная в кювете с  $l = 2\text{ см}$  при  $\lambda = 520\text{ нм}$ , равна 0,400. Рассчитать молярный коэффициент поглощения.
6. В УФ-спектре раствора циклопентадиена в гептане оптическая плотность составляет 0,830 при  $l = 1\text{ см}$ . Определить концентрацию раствора, если молярный коэффициент поглощения равен 3400.
7. Оптическая плотность раствора тиосульфосалицилата железа (III), измеренная при  $\lambda = 433\text{ нм}$  в кювете с  $l = 2\text{ см}$ , равна 0,149. Для анализа было взято  $4,00\text{ см}^3$   $0,005820\text{ М}$  раствора соли железа и разбавлено до  $50\text{ см}^3$ . Рассчитать молярный коэффициент поглощения.
8. Определить молярный коэффициент поглощения  $K_2CrO_4$ , если относительная оптическая плотность  $2,65 \cdot 10^{-3}$  М раствора, измеренная при  $\lambda = 372\text{ нм}$  в кювете с  $l$

= 2,3 мм, по отношению к раствору сравнения, содержащему  $10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>  $K_2CrO_4$ , оказалась равной 1,138.

9. Молярный коэффициент поглощения раствора  $[Fe(SCN)]Cl_2$  при  $\lambda = 580$  нм равен  $6 \cdot 10^3$ . Рассчитайте оптическую плотность  $3 \cdot 10^{-5}$  М раствора, если измерения проводились в кювете с  $l = 2$  см.
10. Рассчитайте минимально определяемую массу (мг) железа (III) по реакции с сульфосалициловой кислотой в аммиачной среде при использовании кюветы с  $l = 5$  см. Объем окрашенного раствора равен  $5 \text{ см}^3$ , молярный коэффициент поглощения - 4000, а минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором, составляет 0,010.
11. При фотоколориметрическом определении  $Fe^{3+}$  с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа  $10 \text{ мг/см}^3$  приготовили ряд разведений в мерных колбах вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , измерили оптическое поглощение и получили следующие данные:

$V_{ст}, \text{ см}^3$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$A$	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию  $Fe^{3+}$  в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

12. Для определения содержания Fe в анализируемом образце методом добавок навеску 0,3250 г растворили, перенесли в мерную колбу вместимостью 100,0 мл и довели объем раствора до метки. Для приготовления окрашенного раствора отобрали аликвоту 20,0 мл, добавили необходимые реактивы и довели объем раствора до 50,0 мл. Оптическая плотность исследуемого раствора и такого же раствора с добавкой 0,2 мг Fe равны  $A_x = 0,250$  и  $A_{x+ст} = 0,370$  соответственно. Рассчитать массовую долю (%) Fe в образце.
13. Навеску 1,5432 г образца после растворения поместили в мерную колбу вместимостью 200,0 мл, добавили необходимые реагенты для получения окрашенного раствора и довели объем до метки дистиллированной водой. Затем взяли аликвоту 5,0 мл и оттитровали 0,05 н. раствором ЭДТА при определенной длине волны. Построить кривую титрования (табл.) и определить массовую долю Zn в образце (%).

$V_{ЭДТА}, \text{ мл}$	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
$A$	0,70	0,70	0,72	0,98	1,23	1,25	1,25

14. Для определения калия методом градуировочного графика приготовили серию стандартных растворов KCl и провели их фотометрирование в пламени. Результаты фотометрирования:

$C(K), \text{ мг/л}$	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
показания прибора	12	23	50	71	92	122

Навеску образца соли 0,2548 г растворили в 100 мл дистиллированной воды. Аликвоту раствора 10 мл поместили в колбу вместимостью 250 мл и довели до метки дистиллированной водой. Полученный раствор фотометрировали при тех же условиях, что и стандартные растворы, отсчет составил 82 ед. Построить градуировочный график и определить содержание калия в образце (%).

15. Из навески  $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$  массой 0,3260 г приготовили 100,0 мл раствора. В мерные колбы вместимостью 50,0 мл ввели по  $V$  (мл) полученного раствора, добавили к ним стабилизирующий коллоид и серную кислоту для образования  $PbSO_4$ , довели до метки дистиллированной водой и измерили кажущуюся оптическую плотность:

$V, \text{ мл}$	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
$A_{каж}$	0,65	0,40	0,32	0,27	0,22

Пробу объемом 50,0 мл анализируемой воды разбавили до 200,0 мл и 10,00 мл полученного раствора обработали так же, как и стандартные растворы. Определите концентрацию (г/л) свинца в воде, если кажущаяся оптическая плотность составила 0,53.

### Задания по теме «Электрохимические методы анализа»

1. Потенциал медного электрода в растворе соли меди, измеренный относительно стандартного водородного электрода, равен 0,327 В. Рассчитать равновесную концентрацию ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал пары  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  составляет 0,337 В.
2. На кулонометрическое титрование 55 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  иодом, генерируемым в кулонометрической ячейке понадобилось 48 мин при силе тока 280 мА. Определить количество затраченного электричества и молярную концентрацию эквивалента раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
3. На полное восстановление цинка в кулонометрии понадобилось 40 мин при силе тока 120 мА. Определить содержание (г) и концентрацию (моль/л) цинка в растворе, если на кулонометрический анализ было взято 30 мл раствора.
4. Раствор бихромата калия стандартизировали титрованием иона железа (II), генерируемым кулонометрически из железа (III). Титрование (до достижения точки эквивалентности) аликвотной части раствора объемом 40 мл длилось 45 минут при постоянном токе силой 250 мА. Рассчитать молярность и титр раствора бихромата калия.
5. Навеску пикриновой кислоты массой 0,0060 г растворили и количественно восстановили в кулонометрической ячейке по реакции  $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{NO}_2)_3 + 18\text{H}^+ + 18\text{e}^- = \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{NH}_2)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ . Количество затраченного электричества установили по количеству выделившегося в йодном кулонометре йода, на титрование которого потребовалось 21,15 мл 0,0200 н. раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Рассчитать массовую долю (%) пикриновой кислоты в навеске.
6. Сопротивление ячейки с 0,1 н. раствором  $\text{NaCl}$  равно 53,8 Ом. Площадь каждого электрода  $1,60 \text{ см}^2$ , а расстояние между ними 0,89 см. Определить удельную и эквивалентную электрическую проводимость.
7. При кондуктометрическом титровании 50 мл раствора  $\text{HCl}$  0,01 н.  $\text{NaOH}$  были получены следующие данные

$V_{\text{NaOH, мл}}$	0	2	4	6	8	10
$\chi, \text{ См} \cdot \text{ м}^{-1}$	1,50	1,09	0,67	0,63	0,99	1,35

Рассчитать концентрацию  $\text{HCl}$  по данным кондуктометрического титрования.

8. При кондуктометрическом титровании 25,0 мл соляной кислоты 5,0 н/ раствором  $\text{KOH}$  были получены следующие результаты:

$V_{\text{KOH, мл}}$	0,32	0,60	0,92	1,56	2,00	2,35
$\chi, \text{ См} \cdot \text{ м}^{-1}$	3,20	2,56	1,86	1,64	2,38	2,96

Определить нормальность соляной кислоты.

9. Используя стандартные растворы, построили градуировочный график (табл. ). При измерении электропроводности анализируемого раствора была получена величина  $\chi = 200 \text{ См/см}$ . Определить массовую и молярную концентрацию эквивалента  $\text{NaOH}$ .

$C_{\text{н}(\text{NaOH}), \text{ моль/л}}$	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
$\chi, \text{ См} \cdot \text{ м}^{-1}$	209	203	196	187	178

10. В стандартном растворе фторида калия были измерены электродные потенциалы фторселективного электрода относительно хлорсеребряного электрода и получены следующие данные:

$C_F$ , моль/л	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
$\varphi$ , мВ	150	225	300	360	440

Исследуемый раствор, содержащий фторид-ион, объемом 20 мл разбавили водой до 100 мл и измерили потенциал фторселективного электрода в полученном растворе – 340 мВ. Определить концентрацию фторид-иона в исследуемом растворе.

11. Раствор  $K_2Cr_2O_7$  объемом 25,00 мл оттитровали ионами железа (II), генерируемыми при силе тока 0,250 А в течение 35,0 мин. Конец реакции фиксировался по фотометрическим данным. Определить массу  $K_2Cr_2O_7$  (г) в растворе.
12. Сопротивление ячейки с 0,1 н. раствором NaCl равно 53,8 Ом. Площадь каждого электрода  $1,60 \text{ см}^2$ , а расстояние между ними 0,89 см. Определить удельную и эквивалентную электрическую проводимость.
13. При кондуктометрическом титровании 25,0 мл соляной кислоты 5,0 н раствором KOH были получены следующие результаты:

$V_{\text{KOH}}$ , мл	0,32	0,60	0,92	1,56	2,00	2,35
$\chi$ , Ом·м <sup>-1</sup>	3,20	2,56	1,86	1,64	2,38	2,96

Определить нормальность соляной кислоты.

14. При кондуктометрическом титровании 40 мл раствора  $HNO_3$  0,05 н. NaOH были получены следующие данные:

$V_{\text{NaOH}}$ , мл	0	2	4	6	8	10
$\chi$ См·м <sup>-1</sup>	1,50	1,09	0,67	0,63	0,99	1,35

Рассчитать концентрацию  $HNO_3$  по данным кондуктометрического титрования.

15. Определить концентрацию кадмия (мг/л) в растворе, если при амперометрическом титровании 25,0 мл этого раствора раствором  $K_4[Fe(CN)_6]$  с  $T = 0,00358$  г/мл получили следующие результаты:

$V_{\text{титр.}}$ , мл	0	0,2	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$I_d$ , мкА	75	75	75	75	120	165	210	255	300

### Задания по теме «Хроматографические методы анализа»

- Для определения динамической емкости катионита через колонку, содержащую 5 г катионита, пропустили 500 мл 0,05 н. раствора соли кальция. При определении кальция в элюате в порциях по 50 мл были получены следующие значения концентраций: 0,003; 0,008; 0,015; 0,025; 0,040; 0,050. Определить динамическую емкость катионита по кальцию.
- Через колонку с катионитом в  $H^+$ -форме пропустили 20 мл раствора хлорида калия. Полученный элюат оттитровали 15 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия. Определить содержание хлорида калия в анализируемом растворе.
- К 100 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты добавили 5 г катионита в  $Na^+$ -форме. После установления равновесия концентрация водородных ионов уменьшилась до 0,015 н. Определить обменную емкость для ионов водорода.
- Для определения обменной емкости эспатита, находящегося в  $Ca^{2+}$ -форме, к 2 г эспатита добавили 25 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия. После установления равновесия раствор оттитровали 0,08 н. раствором соляной кислоты. На титрование израсходовано 15,7 мл кислоты. Определить динамическую обменную емкость эспатита.

5. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита, пропустили 500 мл 0,05 н. раствора соли никеля? Полная динамическая емкость в данных условиях равна 1.4 мг-экв/л.
6. Рассчитать время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм.
7. Рассчитать массовую долю ацетона и этанола в пробе, если высота и полуширина пиков этих компонентов на полученной хроматограмме равны, соответственно: 60 мм и 2 мм; 90 мм и 3 мм.
8. Рассчитать удельный удерживаемый объем ксилола, если его приведенное расстояние удерживания на хроматограмме равно 15 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч, расходе газа-носителя 30 мл/мин., температуре хроматографической колонки 90°C и массе неподвижной фазы, равной 4 г.
9. Определяемое соединение, элюирующееся из колонки с 50 т.т., имеет удерживаемый объем 20 мл при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч и расходе газа-носителя 34 мл/мин. Температура хроматографической колонки изменилась и удерживаемый объем увеличился до 60 мл. Рассчитать полуширину пиков в обоих случаях.
10. Определить массовую долю компонентов газовой смеси, если площади хроматографических пиков пропана, бутана и циклогексана и их поправочные коэффициенты равны соответственно: 175 мм<sup>2</sup> и 0.68; 203 мм<sup>2</sup> и 0.68; 35 мм<sup>2</sup> и 0.85.
11. При газохроматографическом определении ацетона в смеси, массой 10.5600 г, в качестве внутреннего стандарта использовали метилэтилкетон в количестве 1.0500 г. Определить массовую долю (%) ацетона по следующим данным:

Компонент	ацетон	метилэтилкетон
Площадь пика, мм <sup>2</sup>	100	95
Поправочный коэффициент	0.82	1.79

12. При газохроматографическом определении хлороформа методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество хлороформа, мг	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
Высота пика, мм	15	30	45	60	75

Для 0.05 мл анализируемого раствора был получен пик высотой 50 мм. Определить массовую долю хлороформа в анализируемом растворе, если плотность раствора составляет 0.25 г/см<sup>3</sup>.

### Тестовые задания

1. Методом люминесценции чаще других определяют сложные...
  - органические вещества
  - катализаторы
  - неорганические ионы
  - ингибиторы
2. В методе потенциометрии величиной, измеряемой экспериментально, является...
  - напряжение
  - сопротивление
  - ЭДС
  - количество электричества
3. Реагент, образующий с анализируемым ионом экстрагируемое соединение, называется...
  - рекстрактом

- экстрагентом
  - реэкстрагентом
  - экстрактом
4. Для получения деионизированной (несодержащей ионов) воды чаще других используется метод...
- ионообменной хроматографии
  - экстракции
  - перекристаллизации
  - сублимации
5. При кондуктометрическом методе анализа измеряют величину...
- потенциала
  - электропроводности
  - оптической плотности
  - интенсивности излучения
6. Перевод вещества в атомарное состояние чаще всего осуществляется с использованием...
- пламени
  - ультразвука
  - радиочастоты
  - высокого давления
7. В потенциометрическом методе анализа изменение концентрации потенциалопределяющего иона влияет на величину...
- количества электричества
  - электродного потенциала
  - внешнего напряжения
  - электропроводности раствора
8. Метод люминесценции, основанный на возбуждении молекул электромагнитным излучением в виде света видимой и ультрафиолетовой области, называется...
- биолюминесценцией
  - хемолюминесценцией
  - фотолюминесценцией
  - электролюминесценцией
9. Зависимость величины оптической плотности от концентрации вещества в растворе называется уравнением...
- Нернста
  - Фарадея
  - Ильковича
  - Ламберта-Бугера-Бера
10. Метод вольтамперометрии основан на прямо пропорциональной зависимости между концентрацией вещества и ...
- частотой
  - силой тока
  - ЭДС
  - проницаемостью

11. Метод основанный на испускании (эмиссии) квантов электромагнитного излучения возбужденными атомами, называется...
- атомно-спектральным
  - атомно-резонансным
  - атомно-флуоресцентным
  - атомно-эмиссионным
12. Метод разделения, идентификации и выделения веществ, основанный на различии их поведения в системе двух несмешивающихся фаз - подвижной и неподвижной, называется...
- ректификация
  - хроматография
  - дистилляция
  - сублимация
13. Физические методы анализа основаны на взаимодействии определяемого вещества с...
- внешним напряжением
  - электромагнитным излучением
  - количеством электричества
  - внешним давлением
14. На различной адсорбционной способности веществ основан метод количественного и качественного анализа, который называется...
- хроматографией
  - полярографией
  - голографией
  - флюорографией
15. В потенциометрии под индикаторным электродом понимают электрод, потенциал которого ...
- не зависит от состава раствора;
  - зависит только от природы растворителя.
  - зависит от природы и концентрации одного из компонентов раствора.
16. Какой индикаторный электрод наиболее часто применяют для измерения pH?
- хлорсеребряный;
  - платиновый;
  - стеклянный;
  - водородный.
- Фотоэлектроколориметр измеряет:
- Показатель преломления раствора
  - Потенциал электрода, находящегося в растворе
  - Рассеяние света частицами раствора
  - Поглощение света окрашенным раствором
17. Оптические методы основаны на измерении эффектов взаимодействия веществ с электромагнитными волнами оптического диапазона. К какому типу взаимодействия относится спектрофотометрия:
- основана на измерении эффектов поляризационных взаимодействий;
  - основана на измерении поглощения веществом светового излучения;

- основана на измерении интенсивности света, излучаемого веществом;
- основана на измерении интенсивности света, рассеянного или пропущенного суспензией вещества.

18. Одним из видов спектрального анализа является фотокolorиметрия. Источником излучения в приборах этого типа является:

- Фотоэлемент
- Лампа накаливания
- Светофильтр
- Пламя газовой горелки

## 2 Характеристика фондов оценочных средств для промежуточной аттестации

Согласно учебному плану формой промежуточной аттестации по дисциплине «Физико-химические методы исследования» является экзамен.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, полученные теоретические знания, прочность их, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

Экзамены проводятся по билетам в устной или письменной форме. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и два практических задания.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Классификация ФХМА.
2. Методы расчета концентрации: метод градуировочного графика, метод стандартных добавок.
3. Общая характеристика оптических методов анализа
4. Классификация оптических методов анализа
5. Основной закон светопоглощения
6. Основные приемы фотометрического определения (метод определения молярного коэффициента, метод градуировочного графика, метод добавок, метод фотометрического титрования)
7. Эмиссионный спектральный анализ
8. Пламенная эмиссионная спектроскопия
9. Атомно-абсорбционный анализ
10. Нефелометрический и турбодиметрический анализ
11. Поляриметрический метод анализа.
12. Рефрактометрический метод анализа.
13. Общая характеристика электрохимических методов анализа
14. Кондуктометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Кондуктометрическое титрование.
15. Потенциометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Потенциометрическое титрование.
16. Вольтамперометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Полярография.
17. Кулонометрический метод анализа. Принцип метода, основные понятия. Кулонометрическое титрование.
18. Сущность хроматографии
19. Классификация хроматографических методов анализа
20. Ионообменная хроматография: обменная емкость ионитов

21. Ионообменная хроматография: классификация ионитов
22. Тонкослойная хроматография
23. Бумажная хроматография
24. Газовая хроматография. Сущность метода. Параметры разделения. Особенности проведения хроматографирования.
25. Жидкостная распределительная хроматография
26. Жидкостная адсорбционная хроматография
27. Принципы масс-спектрометрии.