

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
директор института  
И.Ю.Мезин  
«26» сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Направление подготовки

44.03.01 *Педагогическое образование*

Направленность (профиль) программы

*Химия*

Уровень высшего образования – бакалавриат  
Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт

*Естествознания и стандартизации*

Кафедра  
Курс

*Физической химии и химической технологии*  
4

Магнитогорск  
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015 № 1426.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «23» сентября 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «26» сентября 2016 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин/

Согласовано:  
Зав. кафедрой педагогики

 /Т.В. Орехова/

Рабочая программа составлена:

доцент, к.х.н, доцент

 / С.А. Крылова/

Рецензент: доцент кафедры Стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания, к.т.н, доцент

 / Л.Г. Коляда/



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» являются: теоретическая и практическая подготовка студентов по вопросам выбора метода анализа и его практического осуществления для получения информации о качественном и количественном составе того или иного объекта при решении выпускником задач будущей профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» - дисциплина по выбору

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин

Общая и неорганическая химия

Концепции современного естествознания

Основы математической обработки информации

Методология научного исследования

Физическая химия

Аналитическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении следующих дисциплин:

Органическая химия

Химия окружающей среды

Химия ВМС

Коллоидная химия

История и методология химии

Прикладная химия

Основы химической технологии

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	
Знать	– Основные определения и понятия аналитической химии; – теоретические основы химии – теоретические основы и принципы химических физико-химических методов анализа – методы и средства получения информации о вещественном составе
Уметь	– использовать знание свойств химических соединений для проведения химического анализа – проводить лабораторные испытания составлять описание проводимых экспериментов; – анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты резуль-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	татов анализа
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;</li> <li>–навыками качественного и количественного анализа.</li> </ul>
ПК-12 способностью руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>–классификацию методов анализа в аналитической химии;</li> <li>–сущность методов анализа;</li> <li>– теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа</li> <li>–методы и средства получения информации о вещественном составе</li> <li>–проблемы идентификации различных химических веществ</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>–составлять описание проводимых экспериментов;</li> <li>–готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</li> <li>–обосновать выбор метода анализа для исследуемых образцов проб;</li> <li>– пользоваться соответствующей учебной, технической и справочной литературой</li> <li>–анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты</li> <li>–применять знания по аналитической химии в профессиональной деятельности</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;</li> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– навыками теоретического и экспериментального исследования и обработки результатов.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,7 акад. часов:
  - аудиторная – 12 акад. часов;
  - внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 91,4 акад. часов;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение. Химические и физико-химические методы анализа. Общие положения. Классификация.	4	0,5			3	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию	собеседование	ПК-11 зув; ПК-12 зув;
2. Качественный химический анализ. Обнаружение катионов и анионов в растворе. Аналитические группы. Схемы анализа. Количественный химический анализ. Методы количественного анализа.	4	1,5		4/1	43,4	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию, выполнение К.р. №1	Конспект (реферат) <b>К.р. №1</b> собеседование	
3 Спектроскопические методы анализа. <b>Атомная спектроскопия.</b> Атомно-абсорбционная спектроскопия. Теоретические основы, способы атомизации. Атомизаторы (пламенные и непламенные).	4	2		4/1	45	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию, выполнение К.р. №2	Конспект (реферат) <b>К.р. №2</b> собеседование	ПК-11 зув; ПК-12 зув;

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<p>Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения.</p> <p>Количественный анализ, достоинства метода. Сравнительная характеристика эмиссионной и абсорбционной атомной спектроскопии. Примеры практического применения..</p> <p>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</p> <p>Эмиссионная фотометрия пламени.</p> <p>Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.</p> <p>Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-</p>								

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<p>химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения .</p> <p>Рентгеноспектральные методы анализа.</p> <p>Рентгеновские спектры. Механизм возбуждения внутренних электронов. Схема электронных переходов рентгеновского спектра. Характеристическое рентгеновское излучение. Вторичное (флуоресцентное) рентгеновское излучение. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Энергия излучения.</p> <p>Расчет частоты характеристического рентгеновского излучения. Закон Мозли. Его теоретическое и практическое значение. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Качественный РФА. Количественный и полуколичественный РФА. Факторы, влияющие на интенсив-</p>								

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
ность характеристического излучения.								
<p>4. Методы разделения и концентрирования веществ.</p> <p>Хроматография. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.</p> <p>Экстракция. Основные законы и количественные характеристики. Закон распределения. Константа распределения, коэффициент распределения. Классификация экстракционных процессов. Способы осуществления экстракции. Практическое использование. Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, из-</p>					Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию, выполнение К.р. №2	Конспект (реферат) <b>К.р. №2</b> собеседование	ПК-11 зув; ПК-12 зув;	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
менение рН водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.								
<b>Итого по курсу</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>8/2</b>	<b>91,4</b>		<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>8/2</b>	<b>91,4</b>		<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Количественный и качественный анализ» используются образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационная лекция, практические занятия.

2. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. *Интерактивные технологии*: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента, при выполнении домашних контрольных работ, на консультациях.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов и т.п.
2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, выполнение домашнего задания).
3. Обсуждение подготовленного отчета в режиме дискуссии с элементами коллективного решения творческих задач.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### *Качественный химический анализ*

1. В чем состоит задача качественного анализа?
2. Классификация качественного анализа в зависимости от количества анализируемого вещества. В чем заключаются «сухой» и «мокрый» способы выполнения аналитических реакций?
3. В чем заключается подготовка вещества к анализу?
4. Какие химические реакции называются аналитическими? Какими внешними эффектами они сопровождаются?
5. Какие условия требуется контролировать при проведении аналитических реакций?
6. Селективные и специфические аналитические реакции, дробный метод анализа.
7. В чем заключается принципиальное отличие метода дробного анализа от систематического? Поясните различие этих методов на конкретных примерах.
8. Систематический ход анализа, групповые реагенты и требования к ним.
9. Разделение катионов на аналитические группы по кислотно-основной классификации.

### *Количественный химический анализ*

1. Гравиметрический химический анализ. Сущность и методы гравиметрического анализа. Примеры.
2. Титриметрический химический анализ. Сущность и методы. Примеры.

### **Спектроскопические методы анализа**

Общая характеристика и классификация спектральных методов анализа (по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения).

Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики.

*Спектры атомов.* Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий.

### **Атомно-абсорбционная спектроскопия.**

1. Сущность атомно-абсорбционного анализа. Что является аналитическим сигналом в этом методе?
2. Почему величина аналитического сигнала в методе атомно-абсорбционного анализа меньше подвержена влиянию случайных колебаний в работе прибора, чем в эмиссионной спектроскопии?
3. Способы атомизации. Атомизаторы (пламенные и непламенные).
4. Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения.
5. Количественный анализ, достоинства метода. Чем можно объяснить нелинейную зависимость поглощения от концентрации в атомно-абсорбционном анализе?
6. Сравнительная характеристика эмиссионной и абсорбционной атомной спектроскопии. Примеры практического применения.

### **Атомно-эмиссионная спектроскопия.**

1. Какие процессы происходят в веществе при абсорбции и эмиссии излучения?
2. Почему поглощение и излучение энергии атомами происходит только при определённых её значениях?
3. Чему равна разность энергий двух энергетических уровней атома при эмиссии излучения с длиной волны 456 нм?
4. Назовите причины возникновения полосатых и непрерывных спектров в эмиссионном анализе.
5. Чем определяется интенсивность спектральных линий?
6. Какие процессы приводят к появлению у спектральных линий конечной ширины?
7. Типы спектральных наложений и методы устранения их негативного влияния.
8. Методы устранения влияния матричных эффектов на результаты.
9. Каково назначение плазмы в эмиссионном анализе?
10. Каким образом создаётся плазма в атомно-эмиссионном спектрометре?

### **Рентгеноспектральные методы анализа**

1. Рентгеновские спектры. Механизм возбуждения внутренних электронов. Схема электронных переходов рентгеновского спектра.
2. Характеристическое рентгеновское излучение. Вторичное (флуоресцентное) рентгеновское излучение.
3. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Энергия излучения.
4. Как рассчитывается частота характеристического рентгеновского излучения?
5. Закон Мозли. Его теоретическое и практическое значение.
6. Основные узлы рентгеноспектральных приборов.
7. Качественный РФА.
8. Количественный РФА. Факторы, влияющие на интенсивность характеристического излучения.

### **Экстракция**

1. Закон распределения. Константа распределения, коэффициент распределения. Классификация экстракционных процессов.
2. Способы осуществления экстракции.
3. Практическое использование.
4. Разделение элементов методом экстракции.
5. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции.
6. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение рН водной фазы, маскирования и демаскирования.
7. Приборы для экстракции.

### **Хроматография**

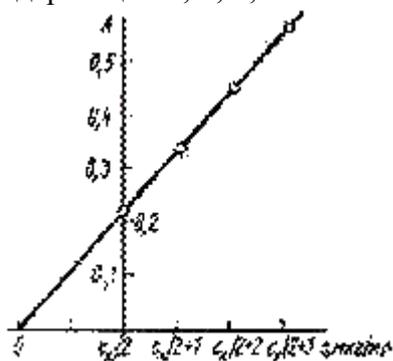
1. Определение хроматографии.
2. Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
3. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
4. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы.
5. Основное уравнение хроматографии.

6. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса.
7. Качественный и количественный хроматографический анализ.
8. Газо-жидкостная хроматография. Аппаратура. Подготовка к работе. Детекторные системы. Применение.
9. Возможности хроматографии как для разделения, так и для анализа веществ.

Примеры расчетных заданий:

### Атомно-абсорбционный анализ

**Задача.** При определении марганца в сплаве методом добавок навеску массой 0,5000 г растворили и разбавили раствор до 200,0 мл. Отобрали четыре одинаковые порции раствора и к каждой порции добавили такие же порции стандартных растворов марганца, содержащих 0; 2; 4; 6 мкг/мл марганца.



На атомно - абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность для аналитической линии 279,48 нм, распыляя растворы в пламени ацетилен-воздух. Получили значения оптической плотности соответственно 0,225; 0,340; 0,455; 0,570. Вычислите массовую долю марганца в сплаве (%).

**Решение.** Принимаем концентрацию исследуемого раствора за  $c_x$ . Тогда концентрации измеряемых растворов составляют  $c_x/2$ ;  $(c_x/2)+1$ ;  $(c_x/2)+2$ ;  $(c_x/2)+3$  мкг/мл. На оси абсцисс произвольно выбираем точку  $c_x/2$  и откладываем от нее точки:  $(c_x/2)+1$ ;  $(c_x/2)+2$ ;  $(c_x/2)+3$ . Для построения градуировочного графика на оси ординат откладываем соответствующие точкам значения оптической плотности  $A$ .

Считаем, что зависимость  $A$ – $c$  линейна, находим положение точки на прямой при  $A=0$ , экстраполируя построенную по четырем точкам прямую до пересечения с осью абсцисс, как это показано на рисунке. Длина отрезка  $0$ – $c_x/2$  соответствует  $c_x/2=2,0$  мкг/мл. Следовательно,  $c_x=4,0$  мкг/мл.

Вычисляем массовую долю (%) Mn в сплаве:  $\omega(\text{Mn}) = (4,0 \cdot 200,0 \cdot 10^{-6} \cdot 100\%) / 0,5 = 0,16\%$  Mn.

**Ответ:** Содержание Mn в сплаве 0,16%.

### "Хроматография"

**Задача 1.** Определить массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным:

Компонент:	Пропан	Бутан	Пентан	Циклогексан
$S$ , мм <sup>2</sup>	175	203	182	35
$k$	0,68	0,68	0,69	0,85

**Решение:** Расчеты проводим по методу **внутренней нормализации**, согласно которому:

$$\omega_i = S_i \cdot k_i / \sum S_i \cdot k_i \cdot 100\%$$

где  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента в смеси, %;  $S_i$  – площадь пика  $i$ -

го компонента;  $k_i$  – поправочный коэффициент, определяемый чувствительностью детектора к  $i$ -му компоненту.

Найдем приведенную суммарную площадь пиков:

$$\sum S_i \cdot k_i = 175 \cdot 0,68 + 203 \cdot 0,68 + 182 \cdot 0,69 + 35 \cdot 0,85 = 412,4.$$

Отсюда массовая доля (%) пропана равна

$$\omega(\text{пропана}) = (175 \cdot 0,68 / 412,4) \cdot 100\% = 28,6\%.$$

*Ответ:* Массовая доля пропана 28,6%.

Аналогично находим массовые доли  $\omega$  (%) остальных компонентов смеси:

$$\omega(\text{бутана}) = 33,46\%, \quad \omega(\text{пентана}) = 30,46\%, \quad \omega(\text{циклогексана}) = 7,22\%.$$

При выполнении анализа по **методу внутреннего стандарта** расчет проводят по формуле

$$\omega_i = (S_i \cdot k_i) / (S_{\text{ст}} \cdot k_{\text{ст}}) \cdot R \cdot 100\%,$$

где  $S_{\text{ст}}$  – площадь пика вещества, введенного в качестве внутреннего стандарта;  $k_{\text{ст}}$  – его поправочный коэффициент;  $R$  – отношение массы внутреннего стандарта к массе анализируемой пробы.

**Задача 2.** Реакционную массу после нитрования толуола проанализировали методом газожидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта. Определить процент непрореагировавшего толуола по следующим экспериментальным данным:

Взято толуола, г	12,7500
Внесено этилбензола, г	1,2530
$S_{\text{толуола}}$ , мм <sup>2</sup>	307
$k_{\text{толуола}}$	1,01
$S_{\text{этилбензола}}$ , мм <sup>2</sup>	352
$k_{\text{этилбензола}}$	1,02

*Решение:* Расчет проводят по методу внутреннего стандарта, используя формулу:

$$\omega_i = (S_i \cdot k_i) / (S_{\text{ст}} \cdot k_{\text{ст}}) \cdot R \cdot 100\%,$$

Подставляем данные задачи в эту формулу:

$$\omega_i = (307 \cdot 1,01) / (352 \cdot 1,02) \cdot (1,2530 / 12,75) \cdot 100 = 8,49\%$$

*Ответ:* 8,49%.

### Экстракция

**Пример 1.** При экстракционно-фотометрическом определении палладия его экстрагировали в дихлорэтан в форме нитройодидного комплекса  $(\text{NytH})_2[\text{PdI}_4]$  при равенстве объемов водной и органической фаз. Рассчитать коэффициент распределения  $D$  и степень экстракции  $R$  (%), если исходная концентрация  $\text{Pd}^{2+}$  в водной фазе  $C(\text{Pd}^{2+})_{\text{исх}} = 2,5$  мкг/мл; концентрация  $\text{Pd}^{2+}$  в водной фазе после экстракции  $C(\text{Pd})_{\text{в}} = 0,020$  мкг/мл.

**Решение**

$$D = \frac{C \overline{Pd}_{опг}}{C \overline{Pd}_g} = \frac{2,5 - 0,02}{0,02} = 124$$

$$R = \frac{C \overline{Pd}_{опг}}{C \overline{Pd}_{исх}} \cdot 100\% = \frac{2,5 - 0,02}{2,5} \cdot 100\% = 99,2\%$$

#### Примерные темы рефератов

1. Применение ФХМА для качественного и количественного анализа объектов в химической промышленности.
2. История возникновения и развития хроматографии
3. Аппаратура для газовой хроматографии.
4. Практическое применение хроматографии
5. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.
6. Рентгено-флуоресцентный анализ в анализе сырья
7. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Примеры определений.
8. Качественный и полуколичественный рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) порошкообразной пробы (руды, минералы, почвы, донные отложения и др.).
9. Современные тенденции и перспективы развития физико-химических методов анализа.

Методические указания к подготовке реферата приведены в приложении.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные определения и понятия аналитической химии;</li> <li>–теоретические основы химии</li> <li>–теоретические основы и принципы химических физико-химических методов анализа</li> <li>–методы и средства получения информации о вещественном составе</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Качественный анализ. Предмет и методы качественного анализа. Аналитические реакции и их типы. Дробный и систематический качественный анализ.</li> <li>2.Гравиметрический метод. Сущность гравиметрического анализа. Операции в гравиметрическом анализе. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Гравиметрический фактор.</li> <li>3.Титриметрические методы. Сущность. Классификация. Способы и методы титрования. Способ пипетирования и отдельных навесок. Прямое титрование. Косвенное титрование: заместительное, обратное.</li> <li>4.Кривые титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Способы установления конечной точки титрования. Выбор индикаторов.</li> <li>5.Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительный потенциал, его зависимость от природы окислителя и восстановителя, температуры, кислотности среды. Уравнение Нернста. Кривые титрования.</li> <li>6.Комплексонометрическое титрование. Кривые комплексонометрического титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Металлоиндикаторы.</li> <li>7. Спектроскопические методы. Общая характеристика и классификация. Электромагнитный спектр. Взаимодействие электромагнитного излучения с анализируемым веществом. Частицы, формирующие аналитический сигнал: атомные и молекулярные спектры, их происхождение.</li> <li>8.Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ).</li> <li>9. Основной закон светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера.</li> <li>10.Количественный фотометрический анализ. Условия фотометрического определения:</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, раствора сравнения.</p> <p>11.Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновские спектры. Механизм возбуждения внутренних электронов. Схема электронных переходов рентгеновского спектра. Характеристическое рентгеновское излучение. Вторичное (флуоресцентное) рентгеновское излучение. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Энергия излучения.</p> <p>12.Расчет частоты характеристического рентгеновского излучения. Закон Мозли. Его теоретическое и практическое значение. Качественный РФА. Количественный и полуколичественный РФА. Факторы, влияющие на интенсивность характеристического излучения.</p> <p>13.Хроматография. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.</p> <p>14.Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии.</p> <p>15.Качественный и количественный хроматографический анализ.</p> <p>16.Экстракция. Закон распределения. Константа распределения, коэффициент распределения.</p> <p>17.Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>–использовать знание свойств химических соединений для проведения химического анализа</li> <li>–проводить лабораторные испытания составлять описание проводимых экспериментов;</li> <li>–анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты результатов ана-</li> </ul>	<p>1.Вычислить молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,48 мг меди в 500 мл, при толщине слоя кюветы 2 см равна 0,14.</p> <p>2.АЭС. Рассчитайте уширение Доплера для спектральной линии натрия при 589 нм в плазме с температурой 7000 К.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	лиза	
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;</li> <li>–навыками качественного и количественного анализа.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить калибровочный график и провести анализ на содержание в растворе ионов железа (3)</li> <li>2. Приготовить раствор заданной концентрации из сухого вещества</li> <li>3. Приготовить раствор заданной концентрации из более концентрированного раствора</li> <li>4. Перечислить общие правила работы в химической лаборатории.</li> </ol>
<b>ПК-12 способностью руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>–классификацию методов анализа в аналитической химии;</li> <li>–сущность методов анализа;</li> <li>– теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа</li> <li>–методы и средства получения информации о вещественном составе</li> <li>–проблемы идентификации различных химических веществ</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По каким признакам классифицируются титриметрические методы анализа?</li> <li>2. Какие методы входят в группу электрохимических методов анализа? На каких закономерностях основаны эти методы?</li> <li>3. Какие методы входят в группу спектроскопических методов анализа?</li> <li>4. Как выбрать метод анализа для конкретного объекта?</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>–составлять описание проводимых экспериментов;</li> <li>–готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</li> <li>–обосновать выбор метода анализа для исследуемых образцов проб;</li> <li>– пользоваться соответствующей учебной, технической и справочной литературой</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описать методику выбора длины волны электромагнитного излучения для спектрофотометрического анализа</li> <li>2. Описать методику стандартизации раствора титранта в кислотно-основном титровании.</li> <li>3. Рассчитайте навеску анализируемого сплава с массовой долей компонента Ag, равной 0,85, которую необходимо взять для гравиметрического анализа чтобы масса гравиметрической формы осадка AgCl. была равна 0,3000 г.</li> <li>4. Рассчитать относительную и абсолютную погрешности измерения массы навески вещества и объема раствора по бюретке, если они составляют: а) 3,8000 г; б) 5,15 мл.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
	<ul style="list-style-type: none"> <li>–анализировать результаты экспериментов и выполнять расчеты</li> <li>–применять знания по аналитической химии в профессиональной деятельности</li> </ul>	<p><b>5.</b>Составить перечень необходимого оборудования для школьной химической лаборатории</p>															
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Навыками работы с химическими реактивами и приборами, соблюдая правила безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;</li> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– навыками теоретического и экспериментального исследования и обработки результатов.</li> </ul>	<p><i>1. Хроматография.</i> Определить массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным:</p> <table border="1" data-bbox="936 582 1803 694"> <thead> <tr> <th>Компонент:</th> <th>Пропан</th> <th>Бутан</th> <th>Пентан</th> <th>Циклогексан</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>S, \text{ мм}^2</math></td> <td>175</td> <td>203</td> <td>182</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td><math>k</math></td> <td>0,68</td> <td>0,68</td> <td>0,69</td> <td>0,85</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>S_i</math> – площадь пика <math>i</math>-го компонента; <math>k_i</math> – поправочный коэффициент, определяемый чувствительностью детектора к <math>i</math>-му компоненту. Расчет выполнить по методу внутренней нормализации.</p> <p><b>2.</b> Подготовить доклад по выбранному методу анализа.</p>	Компонент:	Пропан	Бутан	Пентан	Циклогексан	$S, \text{ мм}^2$	175	203	182	35	$k$	0,68	0,68	0,69	0,85
Компонент:	Пропан	Бутан	Пентан	Циклогексан													
$S, \text{ мм}^2$	175	203	182	35													
$k$	0,68	0,68	0,69	0,85													

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Количественный и качественный анализ» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в виде теста или в устной форме по вопросам из списка, доведенного до сведения студентов, вопрос может содержать небольшое практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– оценку «**зачтено**» студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.

– оценку «**незачтено**» студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Аналитическая химия. Титриметрические и гравиметрические методы анализа : учебное пособие / И. А. Варламова, Н. Л. Калугина, Л. Г. Коляда [и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2564.pdf&show=dcatalogues/1/1130366/2564.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Крылова, С. А. Аналитическая химия. Количественные методы химического анализа : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2017 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3472.pdf&show=dcatalogues/1/1514287/3472.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Крылова, С. А. Аналитическая химия. Количественные методы химического анализа : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 115 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2709.pdf&show=dcatalogues/1/1131778/2709.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
2. Крылова, С. А. Кислотно-основное титрование в водных растворах : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2849.pdf&show=dcatalogues/1/1133271/2849.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

Периодические издания:

1. Журнал Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. . – ISSN 0579-2991. – Текст : непосредственный.
2. Журнал Кокс и химия. – ISSN 0023-2815. – Текст : непосредственный.
3. Journal of chemical technology and metallurgy (журнал химической технологии и металлургии) . – ISSN 1314-7471. – Текст : непосредственный.

**в) Методические указания:**

1. Крылова, С. А. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=29.pdf&show=dcatalogues/1/1123854/29.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Хроматографический анализ : учебное пособие / Е. С. Махоткина, Н. Ю. Свечникова, М. В. Шубина, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3307.pdf&show=dcatalogues/1/137744/3307.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0967-0. - Сведения доступны также на CD-ROM.

*Методические рекомендации для подготовки к зачету*

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется записывать основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю.

*Методические указания к подготовке реферата приведены в приложении.*

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяе-	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяе-	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения практических работ: Химическая лаборатория.	Химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/10, магнитные мешалки, эл. Плитки.
Учебная аудитория для проведения практических работ: Лаборатория аналитической химии.	Иономер унив. ЭВ-74, рН-метр рН-150М рН-метр Эксперт-рН, Колориметр ф/эл. однол.КФО-УХЛ 4.2, Кондуктометр К-1-4, Мешалка магнитная ПЭ-6110 с подогревом, Спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ, Термостатд/терм.вискозим.нефт. по ГОСТ 33-2000, Титратор АТП-02 автоматический, Титратор лабораторный высокочастотный ТВ-6Л1, Аппарат АРНИ-ПХП, Центрифуга лабораторная ОПн-8, Весы ВЛР-200(лабораторные) равнопл., Весы электронные ВК-300, Аквадистиллятор ДЭ-4.
Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, учебные столы, стулья.
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Препараторская	Дистиллятор, методические указания по дисциплине, учебные пособия, планы лабораторных работ, журнал по технике безопасности. Стеллажи для хранения. Лабораторный стол. Инструменты для ремонта и вспомогательные материалы.

*Приложение*

*Методические указания к подготовке реферата и доклада по нему*

Реферат - письменная работа студента объемом 10-18 печатных страниц. В реферате дается краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников.

Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Структура реферата:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Введение. Объем введения составляет 1-2 страницы.
4. Основная часть. В ней логично излагаются главные положения и идеи, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
5. Заключение. Содержит главные выводы и итоги из текста основной части. В нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.
6. Приложение (необязательно). Может включать графики, таблицы, расчеты.
7. Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

С общими правилами оформления можно ознакомиться по документу [СМК-О-СМГТУ-42-09](#) Курсовые проекты (работы): структура, содержание, общие правила оформления и выполнения

Этапы работы над рефератом

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный, включающий изучение предмета исследования.
2. Изложение результатов изучения в виде связного текста.
3. Доклад (устное сообщение) по теме реферата, проиллюстрированное презентацией.

### **Подготовительный этап**

Включает в себя:

- Выбор (формулировку) темы.
- Поиск источников.
- Работа с источниками.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с выделением 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов.

Подготовительный этап работы завершается созданием конспекта, фиксирующего основные тезисы и аргументы. Если в конспекте приводятся цитаты, то обязательно должна быть указана ссылка на источник (автор, название, выходные данные, № страниц).

### **Создание текста реферата**

Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью.

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы.

Связность текста предполагает смысловую соотнесенность отдельных компонентов, а цельность – смысловую законченность текста.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану – мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения.

**Требования к введению.** Введение – начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении. Во введении аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата. Объем введения составляет примерно 10% от общего объема реферата.

**Основная часть реферата.** Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса. Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов – компиляции. Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты.

**Заключение»** (ориентировочный объем 1 страница). Формулируются краткие выводы, вытекающие из выполненной работы.

### Подготовка презентации

Первый слайд презентации должен содержать тему работы, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, учебное заведение.

На втором слайде целесообразно представить цель и краткое содержание презентации.

Последующие слайды необходимо разбить на разделы согласно пунктам плана работы.

На заключительный слайд выносятся самое основное, главное из содержания презентации (выводы).

### Требования к оформлению слайдов

Для визуального восприятия текст на слайдах презентации должен быть не менее 24 пт, а для заголовков – не менее 34 пт.

Макет презентации должен быть оформлен в строгой цветовой гамме. Фон не должен быть слишком ярким или пестрым. Текст должен хорошо читаться. Одни и те же элементы на разных слайдах должны быть одного цвета.

Каждый слайд должен содержать заголовок. В конце заголовков точка не ставится. В заголовках должен быть отражен вывод из представленной на слайде информации.

На слайде следует помещать не более 5-6 строк и не более 5-7 слов в предложении. Текст на слайдах должен хорошо читаться.

В большинстве случаев на слайде необходимо располагать 1 объект – так он запомнится лучше, чем в группе с другими. Может быть представлено и два объекта, которые докладчик открывает и поясняет по очереди, а затем проводит их сравнительную характеристику.

Пространство слайда (экрана) должно быть максимально использовано, за счет, например, увеличения масштаба рисунка.

**Обязательно отредактируйте презентацию после предварительного просмотра (репетиции)!**