

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики  
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ

СОГЛАСОВАНО  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Проректор по науке  
В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> Аналитическая химия	<b>Код ОП</b> 04.06.01/14.02
<b>Направление подготовки</b> Химические науки	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 04.06.01
<b>Уровень подготовки</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 869 от 30.07.2014 г., с изменениями и дополнениями № 464 от 30.04.2015 г.

**Екатеринбург, 2017 г.**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Неудачина Людмила Константиновна	к.х.н., доцент	зав. кафедрой	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	
2	Подкорытов Анатолий Леонидович	к.х.н., доцент	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	
3	Буянова Елена Станиславовна	к.х.н., доцент	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	
4	Лакиза Наталья Владимировна	к.х.н.	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ	

**Рекомендовано Методическим советом УрФУ**

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель Методического Совета УрФУ

Е.В. Вострецова

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

О.А. Неволлина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ИСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

### 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Физико-химические основы современных инструментальных методов анализа» способствует освоению основных профессиональных компетенций и их компонентов и направлена на углубленное изучение наиболее современных разделов аналитической химии, позволяющих воспитать специалистов, владеющих последними достижениями аналитического приборостроения и умеющих его грамотно использовать для получения исчерпывающей информации о качественном, количественном и структурном составе анализируемых объектов.

### 1.2. Язык реализации дисциплины — русский

### 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Физико-химические основы современных инструментальных методов анализа» относится к разделу Б.1 вариативной части (дисциплина по выбору) ООП направления аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

#### **общефессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2).

#### **профессиональные компетенции:**

##### **научно-исследовательская деятельность в области химии и смежных наук:**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия (ПК-1);
- готовность представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научных конференциях, рецензировать и редактировать научные статьи (ПК-2);

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	104
6.	Промежуточная аттестация	Зачет	0,25	<i>Зачет</i>
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,85	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение.	<p>Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные окислительно-восстановительные потенциалы. Реальный окислительно-восстановительный потенциал как функция концентрации ионов водорода в растворе, концентрации лиганда, образования малорастворимых соединений. Стандартный водородный электрод, шкала окислительно-восстановительных потенциалов. Знаки электродных потенциалов. Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия, ее вычисление. Направление окислительно-восстановительных реакций. Скорость реакций окисления-восстановления. Факторы, влияющие на скорость окислительно-восстановительных реакций: присутствие катализатора, концентрация реагирующих веществ, кислотность раствора, температура. Стехиометрия окислительно-восстановительных процессов. Сопряженные (индуцированные) окислительно-восстановительные реакции.</p>

<p><b>P2</b></p>	<p>Электрохимические методы анализа.</p>	<p>Потенциометрический метод анализа. Основные законы физики, на которых базируются электрохимические методы анализа: Фарадея, Ома. Поляризация электродов. Концентрационная поляризация, электрохимическая поляризация. Напряжение разложения. Перенапряжение. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Подвижность ионов. Факторы, влияющие на электропроводность растворов: природа растворителя, концентрация электролита, температура. Классификация электрохимических методов анализа.</p> <p>Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Электроды I и II рода. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Краткая характеристика электродов: водородный, металлические электроды, хингидронный, хлорсеребряный, каломельный, области их использования. Ионметрия. Механизм возникновения мембранного потенциала, типы мембран. Стеклоквартовый электрод для измерения pH растворов: устройство, принцип работы. Лантанфторидный электрод. Другие ионоселективные электроды. Методы измерения ЭДС: компенсационный и некомпенсационный. Принципиальные схемы потенциометрических установок обоих методов. Стандартный элемент Вестона. pH-метры, ионометры.</p> <p>Потенциометрическое титрование. Ячейка для потенциометрического титрования. Электрохимическая индикаторная реакция. Способы обработки кривых потенциометрического титрования. Преимущества и недостатки потенциометрического способа фиксирования конечной точки в титриметрии.</p> <p>Электрогравиметрический метод анализа. Реакции на электродах, происходящие при электролизе растворов. Требования к материалу электродов. Химические и физические условия электролиза. Влияние комплексообразования на потенциал выделения. Потенциал полного выделения иона из раствора. Определение меди, свинца. Внутренний электролиз.</p> <p>Кулонометрический и кондуктометрический методы анализа. Сущность и особенности кулонометрического метода. Области аналитического использования. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Принципиальная схема кулонометрической установки.</p> <p>Сущность и особенности кондуктометрического метода. Области аналитического использования. Кривые кондуктометрического титрования различных веществ.</p> <p>Вольтамперометрические методы анализа.</p>
------------------	--	--

		<p>Поляррографический анализ. Принципиальная схема поляррографической установки. Особенности электролиза на ртутном катоде. Характеристика вольтамперной кривой: диффузионный ток, потенциал полуволны. Зависимость диффузионного тока от концентрации деполаризатора. Уравнение Ильковича. Поляррографический фон и его значение. Современные методы поляррографии: поляррография на твердых электродах, амальгамная поляррография с накоплением, осциллографическая поляррография, переменноточковая поляррография. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Выбор потенциала индикаторного электрода по вольтамперным кривым. Определение конечной точки титрования. Влияние природы титранта, титруемого вещества и продукта реакции на форму кривой амперометрического титрования.</p>
РЗ	Оптические методы анализа.	<p>Спектрофотометрический метод анализа. Абсорбционный молекулярный спектрофотометрический анализ.</p> <p>Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы их выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная области спектра. Особенности молекулярных спектров. Поглощение световой энергии растворами. Светопропускание. Светопоглощение, оптическая плотность. Интервалы возможных изменений величин А и Т. Основные законы светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бугера-Ламберта-Бера, отклонения от линейности. Молярный коэффициент поглощения, его физический смысл. Спектры поглощения растворов. Основные характеристики спектров. Выбор длины волны, отвечающей максимальной чувствительности определения и обеспечивающей селективность определения. Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных систем для случаев, когда спектры не перекрываются, частично перекрываются (метод трех градуировочных графиков) или перекрываются полностью.</p> <p>Способы измерения интенсивности окраски растворов: визуальный и фотоэлектрический. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом: кислородно-цезиевый и сурьмяно-цезиевый. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом - селеновый фотоэлемент. Оптическая схема однолучевого прибора для спектрофотометрических измерений, преимущества и недостатки соответствующих приборов. Оптическая схема двухлучевого</p>

		<p>фотоэлектроколориметра с оптической компенсацией. Порядок измерения оптической плотности, преимущества и недостатки соответствующих приборов. Погрешности измерения оптической плотности. Выбор кюветы.</p> <p>Условия образования светопоглощающих соединений. Влияние концентрации реагента и кислотности среды на образование светопоглощающего соединения. Спектрофотометрическое определение марганца и хрома при совместном присутствии, определение железа с сульфосалициловой кислотой.</p> <p>Дифференциальная и двуволновая спектрофотометрия. Производные спектра. Многокомпонентный анализ. Сравнение Фурье-преобразования с корреляционными методами.</p> <p>Атомно-абсорбционный метод анализа. Сущность метода: образование атомов в пламени и электротермических атомизаторах, возникновение спектров поглощения атомов. Особенности атомных спектров поглощения. Аппаратура для атомно-абсорбционной спектрометрии. Лампы с полым катодом и высокочастотные безэлектродные лампы как источники узкополосного излучения. Пламя горелки, распылители. Непламенные способы атомизации. Приборы с непрерывным источником спектра.</p> <p>Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Дуга постоянного тока, высоковольтная искра, тлеющий разряд, пламя и индуктивно связанная плазма как источники возбуждения характеристического излучения атомов. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Качественный и количественный спектральный анализ. Различные способы регистрации спектров. Аппаратура для метода ИСП. Применение метода ИСП в анализе объектов окружающей среды. Сравнение возможностей атомно-абсорбционной спектрометрии, эмиссионного спектрального анализа и абсорбционного молекулярного спектрофотометрического анализа.</p> <p>Люминесцентный анализ. Теоретические основы метода, аппаратура, преимущества и недостатки. Виды люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Тушение люминесценции. Качественный и количественный анализ. Люминесценция кристаллофосфоров.</p> <p>Инфракрасная спектроскопия. Теоретические основы метода, аппаратура, преимущества и недостатки.</p>
--	--	---

		<p>Колебательные и вращательные спектры. Качественная интерпретация спектров и количественный анализ: идентификация веществ, структурно-групповой и молекулярный анализ, определение строения индивидуальных соединений. Особенности анализа газов, растворов и твердых образцов. Спектроскопия внутреннего отражения. Спектроскопия с нарушенным полным внутренним отражением. Поглощение в микроволновой области.</p> <p>Методы масс-спектрометрии. Основные способы образования ионов: электронный удар, химическая ионизация, ионизация в поле, под действием излучения лазера, в индуктивно связанной плазме, тлеющем разряде, вакуумной искре и др. Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Анализ газообразных, жидких и твердых веществ. Изотопное разбавление в масс-спектрометрии. Локальный и послойный анализ. Области применения: изотопный, элементный и молекулярный анализ, определение газообразующих примесей. Хромато-масс-спектрометрия. Типы масс-анализаторов: динамические, статические, времяпролетные.</p> <p>Ядерно-физические и радиохимические методы</p> <p>Теоретические основы. Элементарные частицы. Основные виды радиоактивного распада и ядерных излучений.</p> <p>Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Основные виды взаимодействия нейтронов с атомными ядрами. Источники нейтронов. Нейтронно-активационный анализ на тепловых, резонансных и быстрых нейтронах. Особенности и источники погрешностей. Метрологические характеристики метода.</p> <p>Активация заряженными частицами. Определение легких элементов с низкими пределами обнаружения.</p> <p>Гамма-активационный анализ. Определение неметаллов. Чувствительность и диапазон определяемых содержаний. Регистрация излучений. Гамма-спектрометры.</p> <p>Деструктивный и недеструктивный активационный анализ. Способы идентификации и количественного определения элементов. Примеры использования.</p>
Р4	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.	Экстракция в аналитической химии. Экстракция как пример гетерогенного равновесия в системе жидкость-жидкость. Основные понятия и термины, применяемые в экстракции. Связь коэффициента распределения вещества между двумя жидкими фазами с его фактором извлечения.

		<p>Расчет количества экстракций, необходимых для полного извлечения вещества из одной фазы в другую. Классификация процессов экстракции. Влияние кислотности водного раствора на экстракцию различных типов экстрагирующихся соединений. Экстракция внутрикомплексных соединений. Селективное экстракционное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения рН водной фазы, маскирования. Основные реагенты, используемые для экстракционного разделения ионов: дитизон, 8-оксихинолин и др. Экстракция в расслаивающихся системах без органического растворителя</p> <p>Газовая хроматография. Хроматографический анализ как метод разделения гомогенных многокомпонентных смесей. Краткие сведения по истории развития хроматографии. Опыты М.С.Цвета. Классификации методов хроматографии по агрегатному состоянию применяемых фаз, механизмам разделения и технике хроматографического опыта.</p> <p>Газовая хроматография (газожидкостная и газотвердофазная). Требования к стационарным и подвижным фазам. Применение для определения и разделения неорганических и органических веществ. Газовые хроматографы, основные типы детекторов. Качественный и количественный газохроматографический анализ.</p> <p>Жидкостная хроматография. Методы получения хроматограмм (фронтальная, элюентная, вытеснительная жидкостная хроматография). Основные теоретические положения. Типы стационарных и подвижных фаз. Высокоэффективная жидкостная хроматография (хроматография высокого давления). Распределительная хроматография. Носители и растворители в распределительной хроматографии, требования к ним. Распределительная хроматография на бумаге: восходящая и нисходящая одномерные хроматограммы, двумерная хроматограмма. Понятие об <math>R_f</math>. Способ измерения величины <math>R_f</math>. Первичная и проявленная хроматограммы. Распределительная хроматография в тонком слое. Разделение аминокислот на пластинках "Силуфол".</p> <p>Ионообменная хроматография. Общая характеристика метода. Неорганические ионообменные материалы: глины, алюмосиликаты, цеолиты, фосфат циркония, силикагель - состав и свойства. Органические синтетические ионообменные смолы. Катиониты и аниониты. Ионогенные группы и противоионы. Преимущества и</p>
--	--	--

		недостатки органических и неорганических ионообменных материалов. Экспериментальные методы проведения ионообменных процессов: статический и динамический. Статическая и динамическая емкость ионитов. Применение ионообменной хроматографии в анализе
<b>P5</b>	Выбор метода анализа.	<p>Основные принципы выбора метода анализа реальных объектов. Факторы, влияющие на выбор метода анализа объекта: относительное содержание определяемого компонента, состав образца (наличие или отсутствие мешающих компонентов), требуемая точность анализа, количество образца для анализа, наличие оборудования определенного типа, требуемая быстрота анализа, количество проб, стоимость одного определения, возможность автоматизации анализа. Особенности химического анализа объектов различной природы.</p> <p>Геологические объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты, полупроводниковые материалы. Природные и синтетические органические вещества. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды.</p>

### **3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

#### **3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплин**



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

##### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

##### 4.3 Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1 Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

###### 4.3.2 Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

###### 4.3.3 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

###### 4.3.4 Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

###### 4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

###### 4.3.6 Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы
<b>Раздел 2. Электрохимические методы анализа</b> Основные законы физики, на которых базируются электрохимические методы анализа: Фарадея, Ома. Поляризация электродов. Концентрационная поляризация, электрохимическая поляризация. Напряжение разложения. Перенапряжение. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Подвижность ионов. Факторы, влияющие на электропроводность растворов: природа растворителя, концентрация электролита, температура. Классификация электрохимических методов анализа.	Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).
<b>Раздел 3. Оптические методы анализа.</b> Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы их выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная области спектра. Особенности молекулярных спектров. Поглощение световой энергии растворами. Условия образования светопоглощающих соединений. Влияние концентрации реагента и кислотности среды на образование светопоглощающего соединения. Тема 2 . Атомно-	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).

<p>абсорбционный метод анализа. Сущность метода: образование атомов в пламени и электротермических атомизаторах, возникновение спектров поглощения атомов. Особенности атомных спектров поглощения. Аппаратура для атомно-абсорбционной спектрометрии. Лампы с полым катодом и высокочастотные безэлектродные лампы как источники узкополосного излучения. Пламя горелки, распылители. Непламенные способы атомизации. Приборы с непрерывным источником спектра. Тема 3 Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Дуга постоянного тока, высоковольтная искра, тлеющий разряд, пламя и индуктивно связанная плазма как источники возбуждения характеристического излучения атомов. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Качественный и количественный спектральный анализ. Различные способы регистрации спектров. Аппаратура для метода ИСП. Применение метода ИСП в анализе объектов окружающей среды. Сравнение возможностей атомно-абсорбционной спектрометрии, эмиссионного спектрального анализа и абсорбционного молекулярного спектрофотометрического анализа</p>	
<p><b>Раздел 4. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.</b>  Тема 1. Классификация процессов экстракции. Влияние кислотности водного раствора на экстракцию различных типов экстрагирующихся соединений. Экстракция внутрикомплексных соединений. Селективное экстракционное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения рН водной фазы, маскирования. Основные реагенты, используемые для экстракционного разделения ионов: дитизон, 8-оксихинолин и др. Экстракция в разделяющихся системах без органического растворителя. Тема 2. Газовая хроматография (газожидкостная и газотвердофазная). Требования к стационарным и подвижным фазам. Применение для определения и разделения неорганических и органических веществ. Газовые хроматографы, основные типы детекторов. Качественный и количественный газохроматографический анализ. Тема 3. Жидкостная хроматография. Методы получения хроматограмм (фронтальная, элюентная, вытеснительная жидкостная хроматография). Основные теоретические положения. Типы стационарных и подвижных фаз. Высокоэффективная жидкостная хроматография (хроматография высокого давления).</p>	<p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).</p>

<p><b>Раздел 5. Выбор метода анализа.</b> Основные принципы выбора метода анализа реальных объектов. Факторы, влияющие на выбор метода анализа объекта: относительное содержание определяемого компонента, состав образца (наличие или отсутствие мешающих компонентов), требуемая точность анализа, количество образца для анализа, наличие оборудования определенного типа, требуемая быстрота анализа, количество проб, стоимость одного определения, возможность автоматизации анализа. Особенности химического анализа объектов различной природы.</p> <p>Геологические объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты, полупроводниковые материалы. Природные и синтетические органические вещества. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды.</p>	<p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).</p>
--	---

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1 – P5				*								

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1.Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии. В 2-х книгах. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая

школа, 2012.

2. Биохимические методы анализа / Под ред Б.Б. Дзантиева. М.: Наука. 2010.- 391 с.
3. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. – М.: Бинوم, 2013. 1128 с.
4. Жебентяев А. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. – Инфра-М, Новое образование, 2013. 208 с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко: в 2 т. – М.: Академия, 2010.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2т. Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. – М.: Мир. 2004. Т. 2. – 728 с.
2. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа. 2006. – 414 с.
3. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир: Бинوم. 2003
4. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Муринов Ю.И. Вольтамперометрия с модифицированными и ультрамикрорезисторами. М.:Наука, 1994.
5. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа: курс лекций. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2009. 442 с.
6. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера. 2009. 782 с,
7. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Образование ионов. Екатеринбург, УрО РАН. 2006. 275 с.
8. Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis / Ed. by V. Beckhoff, B. Kanngießner, N. Langhoff, R. Wedell, H. Wolff. Springer, 2006. 899 p.
9. Рентгенофлуоресцентный анализ. Применение в заводских лабораториях / Под. ред. Х. Эрхардта. Перевод с немецкого. Москва, «Металлургия», 1985. 255 с.
10. Афонин В.П., Комяк Н.И., Николаев В.П., Плотников Р.И. Рентгенофлуоресцентный анализ. Новосибирск, Наука, 1991. 173 с.
11. Thomas R. Practical Guide to ICP-MS. Marcel Dekker, 2004. 317 p.
12. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Handbook / Ed. Simon M. Nelms. Blackwell Publishing Ltd., 2005. 498 p.
13. Hoffmann E, Stroobant V. Mass Spectrometry. Principles and Applications. John Wiley & Sons Ltd, 2007. 493 p.
14. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: БИНОМ, 2003, 493 с.
15. Марченко З., Бальцежак М. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. М.: Бинوم. Лаборатория знаний. 2012. 711 с.
16. Беккер Ю. Спектроскопия. М.: Техносфера, 2009. 525 с.
17. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М: Мир, М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 398 с.
18. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М., Техносфера. 2007. 368 с.
19. Introduction To Thermal Analysis Techniques And Applications / Ed. Michael E. Brown. Kluwer academic Publisher, 2005. 155 p.
20. Егунов В.П. Введение в термический анализ. Самара, 1996. 266 с.
21. Спектроскопические методы определения следов элементов. М.: Мир, 1979. 494 p.

### **7.2. Методические разработки**

1. Физико-химические основы применения координационных соединений. Учебное пособие. Неудачина Л.К., Лакиза Н.В.; М-во образования и науки Рос. Федерации. Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2014. – 124 с.
2. Электрохимические методы анализа. Руководство к лабораторному практикуму. Учебно-

методическое пособие. Неудачина Л.К., Петрова Ю.С., Лакиза Н.В., Лебедева Е.Л. М-во образования и науки Рос. Федерации. Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2014. – 136 с.

3. Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов. Учебное пособие. Буянова Е.С. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 183с.

4. Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов. Вопросы и решения задач: учебное пособие. Буянова Е.С., Емельянова Ю.В. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 88 с.

5. Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов. Руководство к лабораторному практикуму. Буянова Е.С., Емельянова Ю.В., Осинцева Е.В. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 116с.

6. Планарная хроматография. Методические указания к лабораторным работам. Неудачина Л.К., Лакиза Н.В. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 62с.

7. Обработка результатов химического анализа. Подкорытов А.Л., Штин С.А. Методические указания. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 32с.

8. Инверсионная вольтамперометрия. Учебно-методическое пособие. Кочеров В.И., Козицина А.Н., Иванова А.В., Митрофанова Т.С., Матерн А.И. - Екатеринбург: УрФУ, 2010. - 110 с.

9. Хроматография как метод анализа в органическом синтезе: Учебное пособие. Гейде И.В., Моржерин Ю.Ю., Прохорова П.Е. - Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 45 с.

10. Электрохимические методы исследования биологических объектов. Учебно-методическое пособие/ Лабораторный практикум. Иванова А.В., Козицина А.Н., Герасимова Е.Л., Сараева С.Ю., Глазырина Ю.А., Матерн А.И. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2014. 52 с.

### **7.3. Программное обеспечение**

1. Microsoft Office

### **7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Платформа Springer Link
2. Платформа Nature
3. База данных Springer Materials
4. База данных Springer Protocols
5. База данных zbMath
6. База данных Nano
7. База данных Кембриджского центра структурных данных CSD Enterprise

### **7.5. Электронные образовательные ресурсы**

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Международный индекс научного цитирования Scopus компании Elsevier B.V.
2. Международный индекс научного цитирования Web of Science компании Clarivate Analytics
3. Журналы издательства Wiley
4. Электронная библиотека IEEEEXPLORE Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
5. Журналы American Physical Society (Американского физического общества)
6. Журналы Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
7. MathSciNET - реферативная база данных American Mathematical Society (Американского математического общества)
8. Патентная база компании QUESTEL
9. Журнал Science Online
10. Журнал Nature

11. Журналы издательства Oxford University Press
12. Журналы издательства SAGE Publication
13. Журналы Американского института физики
14. Журналы Института физики (Великобритания)
15. Журналы Оптического общества Америки
16. Материалы международного общества оптики и фотоники (OSA)
17. Журналы издательства Cambridge University Press
18. Научные журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG
19. База данных Annual Reviews Science Collection
20. База данных CASC- Коллекция компьютерных и прикладных наук компании EBSCO Publishing
21. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing
22. База данных Association for Computing Machinery (ACM)
23. База диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global Журнальные базы данных мировой научной информации Freedom Collection компании Elsevier
24. Информационно-аналитическая система управления научными исследованиями Pure компании Elsevier B. V.
25. Наукометрическая база данных Scival компании Elsevier B. V.
26. Аналитическая и информационная база данных REAXYS компании Elsevier,
27. Научные базы данных компании EBSCO Publishing: Business Source Complete и Academic Search Complete, Информационно-поисковая система EBSCO Discovery Service, IEEE All-Society Periodicals Package,
28. Базы данных компании East View,
29. Электронная библиотека диссертаций РГБ;
30. Информационно-аналитическая система FIRA PRO компании ООО«Первое Независимое Рейтинговое Агентство»,
31. Электронная система нормативно-технической документации "Техэксперт" компании КОДЕКС,
32. Базы данных «Интегрум Профи» компании «Интегрум медиа»,
33. Наукометрические базы данных Incites и Journal Citation Report компании Clarivate Analytics,
34. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX компании «Научная электронная библиотека».

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.

к рабочей программе дисциплины  
«Физико-химические основы современных инструментальных методов анализа»

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)

	изменяющейся ситуации	изменяющейся ситуации	
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

Не предусмотрено

### **8.2.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено

### **8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

#### **Проверяемые компетенции ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2.**

1. Что такое стандартный потенциал окислительно-восстановительной полуреакции?
2. Какие факторы влияют на величину стандартного и реального окислительно-восстановительного потенциала?
3. Как ускорить медленные окислительно-восстановительные реакции? Приведите примеры
4. Опишите принцип работы хлоридсеребряного и каломельного электродов сравнения.
5. Каковы отличия металлических индикаторных электродов I рода от мембранных электродов? Назовите металлы, пригодные для изготовления индикаторных электродов.
6. Какие характеристики ионоселективного электрода входят в уравнение Никольского-Эйзенмана?
7. Почему фторид-селективный электрод выполняет фторидную функцию в ограниченном интервале pH?
8. Почему pH-чувствительной является только хорошо вымоченная стеклянная мембрана?
9. Какими способами можно найти конечную точку потенциометрического титрования?
10. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
11. Чем обусловлена высокая воспроизводимость измерений с помощью ртутного капающего электрода?
12. В чем суть метода инверсионной вольтамперометрии? Назовите основные стадии проведения анализа.
13. Изобразите и поясните основные виды кривых амперометрического титрования.

14. Как обнаруживают и идентифицируют компоненты на бумажных и тонкослойных хроматограммах?

15. Назовите три способа детектирования в газовой и жидкостной хроматографии.

16. Приведите примеры неподвижных фаз в газоадсорбционной и газожидкостной хроматографии.

17. Сравните размеры хроматографических колонок в газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

18. Что такое катиониты и аниониты? Приведите примеры.

19. Что такое обменная емкость ионообменных материалов?

20. Что такое раствор сравнения в фотометрическом анализе? Каков его состав и назначение?

21. Как выбрать оптимальную длину волны для проведения фотометрического анализа?

22. Какие источники излучения используют в атомно-абсорбционных спектрофотометрах? Опишите их конструкцию.

23. Какие приемники излучения используются в спектрофотометрии?

24. Объясните, почему одновременное определение нескольких элементов атомно-абсорбционным методом намного сложнее, чем атомно-эмиссионным?

#### **8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

#### **8.2.6**

**Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не предусмотрено

**Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не предусмотрено

**Интернет-тренажеры**

Не предусмотрено