

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

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**  
**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Инструментальные методы анализа	<b>Код модуля</b> 1119309 Учебный план № 5123
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП7 Инструментальные методы анализа природных и технических объектов
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Козицина Алиса Николаевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
2	Иванова Алла Владимировна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
3	Сараева Светлана Юрьевна	к.х.н.	доцент	аналитической химии	

**Руководитель модуля**

А.В. Иванова

**Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ  
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль**

Т.Н. Останина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

1.1. Объем модуля, 21 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Инструментальные методы анализа» является основным вариативным модулем по выбору студента траектории бакалавриата «Инструментальные методы анализа природных и технических объектов» образовательной программы «Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов». В данном модуле, включающем 3 дисциплины, изучаются теоретические основы оптических и спектральных, электрохимических, а также хроматографических методов анализа. На практических и лабораторных занятиях студенты будут овладевать основными современными методами инструментального анализа, осваивать современное аналитическое оборудование. В результате освоения данного модуля студенты будут готовы применять полученные знания и умения для проведения анализа инструментальными методами в соответствии с последними достижениями в области методического и аппаратного обеспечения методов контроля и анализа природных и технических систем.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной – по выбору студента (ВС)	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1. (ВС) Оптические методы анализа	5	17		34	51	93	Экзамен, 18	144	4
2. (ВС) Современное оборудование для инструментальных методов анализа	7	34	17	34	85	95	Экзамен, 18	180	5
3. (ВС) Электрохимические методы анализа	6	51	102	68	221	211	Экзамен, 18	432	12
<b>Всего на освоение модуля</b>		<b>102</b>	<b>119</b>	<b>136</b>	<b>357</b>	<b>399</b>	<b>4</b>	<b>756</b>	<b>21</b>

## 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Оптические методы анализа; Электрохимические методы анализа; Современное оборудование для инструментальных методов анализа
3.2.	Кореквизиты	

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

##### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	РО-ТОП7-2. Применять инструментальные методы анализа в соответствии с последними достижениями в области методического и аппаратного обеспечения методов контроля и анализа природных и технических систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-15);</li> <li>• готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-18);</li> <li>• готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-19);</li> <li>• способность владеть основными современными методами; инструментального анализа (ДПК-2-ТОП7);</li> <li>• готовность использовать знания об инструментальных методах анализа, принципов и условий их реализации с учётом новейших достижений (ДПК-3-ТОП7);</li> <li>• способность проводить работы по освоению и эксплуатации существующего и вновь вводимого оборудования (ДПК-4-ТОП7)</li> </ul>

##### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-15	ПК-18	ПК-19	ДПК-2-ТОП7	ДПК-3-ТОП7	ДПК-4-ТОП7
1	(ВС) Оптические методы анализа		*		*		*
2	(ВС) Современное оборудование для инструментальных методов анализа		*	*	*		*
3	(ВС) Электрохимические методы анализа	*			*	*	

#### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю  
Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю  
Не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**к рабочей программе модуля**  
**«Инструментальные методы анализа»**

**5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

**5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент 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	Студент 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	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях
<b>Умения</b>	Студент 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 изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход

**5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

**5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю**  
 Не предусмотрено.

**5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю**  
 Не предусмотрено.

**6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Инструментальные методы анализа	<b>Код модуля</b> 1119309
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавр	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Иванова Алла Владимировна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
2	Сараева Светлана Юрьевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	

**Руководитель модуля**

А.В. Иванова

**Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ  
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева



# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Оптические методы анализа» является первой дисциплиной вариативного модуля по выбору студента «Инструментальные методы анализа» траектории «Инструментальные методы анализа природных и технических объектов» образовательной программы бакалавриата по направлению «Химическая технология». В дисциплине рассматриваются классификация и теоретические основы таких оптических и спектральных методов анализа, как поляриметрия, рефрактометрия, МАС, ААС, АЭС и РСФА, требования к ним и тенденции развития и применения для анализа экологических, биологических и фармацевтических проб, принципы работы и возможности использования современных оптических приборов.

## 1.2. Язык реализации программы – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-18);
- способность владеть основными современными методами инструментального анализа (ДПК-2-ТОП7);
- способность проводить работы по освоению и эксплуатации существующего и вновь вводимого оборудования (ДПК-4-ТОП7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- фундаментальные законы химии и физики; теоретические основы оптических и спектральных методов анализа;
- правила выбора метода анализа;
- методы метрологической обработки результатов анализа;
- требования безопасности и экологического контроля к осуществлению деятельности в аналитической лаборатории;
- специфику работы в аналитической лаборатории.

### **Уметь:**

- выполнять основные аналитические операции (взвешивание, растворение, титрование и др.);
- работать на аналитическом оборудовании;
- выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений.

### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- экспериментальными методами проведения химического анализа;
- опытом подготовки и выполнения отчетов о выполненной работе;
- методами расчета в химическом анализе.

#### 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	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	93	7,65	93
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	Основные термины и понятия в оптических и спектральных методах анализа. Явления поглощения, испускания, отражения, преломления, поляризации. Оптический спектр. Природа атомных и молекулярных спектров поглощения и испускания. Закон Кирхгоффа.
P2	Оптические методы анализа	<i>Рефрактометрический анализ.</i> Показатель преломления. Молярная и удельная рефракция. Угол полного внутреннего отражения. Рефрактометры Аббе и Пульфриха. Качественный и количественный рефрактометрический анализ. Применение рефрактометрии. <i>Поляриметрический анализ.</i> Оптически активные вещества. Поляризация, плоскость поляризации. Угол вращения плоскости поляризации. Удельное вращение плоскости поляризации. Зависимость угла вращения плоскости поляризации от концентрации ОА вещества. Дисперсия оптического вращения. Принципиальная схема полутеневого поляриметра Липпиха. Сахариметр. Качественный и количественный поляриметрический анализ. Достоинства и ограничения метода.
P3	Молекулярно-абсорбционная спектроскопия (МАС)	Сущность метода. Природа поглощения электромагнитного излучения молекулами и сложными ионами. <i>Фотоколориметрия и спектрофотометрия.</i> Электронные спектры поглощения. Основной закон светопоглощения. Молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность оптической плотности. Растворы сравнения. Основные узлы приборов молекулярно-абсорбционного анализа. Способы монохроматизации светового потока. Органические аналитические реагенты, их выбор для проведения анализа. Способы определения концентрации (абсолютные и дифференциальные). Анализ многокомпонентных систем. Фотометрическое титрование. <i>Нефелометрия и турбидиметрия.</i>
P4	Атомная спектроскопия	Сущность метода <i>атомно-абсорбционного спектрального анализа.</i> Атомизаторы (пламенные и электротермиче-

	(ААС и АЭС)	ские). Источники излучения, их характеристики. Возможности, преимущества и недостатки метода. <i>Атомно-эмиссионный спектральный анализ.</i> Природа линейчатых эмиссионных спектров. Интенсивность спектральных линий элемента и их связь с его содержанием в анализируемой пробе. Элемент сравнения. Аналитическая (гомологическая) пара линий, требования, предъявляемые к ней. Уравнение связи относительной интенсивности гомологической пары с концентрацией определяемого элемента в облаке разряда. Источники возбуждения эмиссионных спектров. Принципиальная схема спектральной установки. Классификация спектральных приборов по способу регистрации спектра. Фотографический метод регистрации спектра. Характеристическая кривая фотопластинки. Связь относительного почернения спектральной линии с количественным содержанием определяемого элемента. Метод 3-х эталонов.
P5	Рентгено-спектральный флуоресцентный анализ (РСФА)	Сущность и область применения метода. Возникновение первичного (тормозного) и вторичного (характеристического) рентгеновского излучения. <i>K</i> и <i>L</i> -серии. Закон Мозли. Спектр поглощения рентгеновского излучения при его прохождении через вещество, края и скачки поглощения. Дифракция рентгеновских лучей, закон Вульфа-Брэгга. Понятие о качественном и количественном РСФА.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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



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

### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Поляриметрическое определение содержания лекарственных веществ	4
P2	2	Рефрактометрический анализ спиртовых растворов	4
P3	3	Фотометрическое определение фенола	4
P3	4	Спектрофотометрический анализ двухкомпонентной смеси	4
P3	5	Спектрофотометрическое определение меди по поглощению аммиачных комплексов	4
P4	6	Анализ сточной воды на содержание тяжелых металлов методом ААС	5
P4	7	АЭС-определение марганца и кремния в стали	5
P5	8	Качественный рентгеноспектральный анализ	4
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Теоретические основы методов молекулярной абсорбционной спектроскопии.
2. Основные узлы и принципы работы фотоколориметров и спектрофотометров.
3. Задачи по МАС на определение содержаний определяемых компонентов методами градуировочного графика, сравнения со стандартом, добавок.

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Определение натрия, калия и кальция в минеральных водах методом фотометрии пламени.
2. Эмиссионные и абсорбционные методы пламенной фотометрии.
3. Рентгеновские оптические системы.
4. Приемники рентгеновского излучения.
5. Кристалл-анализаторы для рентгеноспектрального структурного анализа.
6. Применение рентгеноспектрального метода.
7. Рентгеновский локальный анализ с электронным зондом.

#### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

#### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Основные термины и понятия в оптических и спектральных методах анализа.
2. Устройства и принципы работы поляриметров, рефрактометров, фотоколориметров, спектрофотометров, приборов для ААС, АЭС и РСФА.
3. Задачи по оптическим методам анализа (поляриметрия, рефрактометрия) на использование расчетных методов: градуировочного графика, сравнения со стандартом, добавок.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Молекулярная адсорбционная спектроскопия. Основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера). Оптическая плотность, коэффициент пропускания. Отклонения от основного закона светопоглощения. Абсолютная и дифференциальная фотометрия, особенности этих методов. Аддитивность светопоглощения.
2. Природа спектров поглощения и испускания атомами анализируемого вещества. Энергетические состояния поглощающих и испускающих атомов. Параметры электромагнитного излучения.
3. Сущность атомного абсорбционного спектрального анализа. Источники атомизации проб. Сущность атомного эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения в АЭС, их достоинства и недостатки. Приемники излучения в АЭС. Фотографический способ регистрации спектра. Характеристическая кривая фотопластинки. Особенности, достоинства, недостатки.
4. Качественный атомно эмиссионный спектральный анализ. «Последние» линии в спектре. Количественный атомно эмиссионный спектральный анализ. Гомологическая пара линий. Сущность метода трех эталонов и метода твердого графика.
5. Основные узлы приборов в методах атомно-абсорбционного и атомного эмиссионного спектральных анализов. Назначение и принцип работы.

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

Код раздела 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												
P2				*								
P3				*								
P4				*	*							
P5					*							

#### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

#### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов: [в 2 т.] / Т. 2. [Т.А. Большова и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. — 416 с. (30 экз. разных лет издания)
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям: [в 2 кн.]. Книга 2. 7-е изд. – М.: Дрофа, 2009. – 383 с. (10 экз.)
3. Кристиан, Гэри. Аналитическая химия: [учеб. пособие для вузов]: в 2 т. / Г. Кристиан. – Т.2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 504 с. (25 экз.)

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х томах. Т.2. М.: Техносфера, 2003. 277 с. (8 экз.)
2. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. В 2 кн. : Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа – М.: Высшая школа, 2003, 560 стр. (25 экз. разных лет издания)
3. Крешков А.П. Основы аналитической химии : В 3 кн. : Кн. 3. Физические и физико-химические (инструментальные) методы анализа / А. П. Крешков .— 2-е изд., перераб. — М. : Химия, 1977 .— 488 с. (40 экз. разных лет издания)
4. Атомно-абсорбционный анализ : учеб. пособие / А.А. Ганеев [и др.] .— Москва : Лань, 2011 .— 303 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4028](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4028)
5. Беккер Ю. Спектроскопия. Серия: Мир химии. М.: РИЦ "Техносфера", 2009, - 528 с. [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=88994](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=88994)

### 9.2. Методические разработки

1. Оптические методы в фармацевтическом анализе: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [Ю.А. Глазырина и др. ]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2015. – 96 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36055/1/978-5-7996-1478-2\\_2015.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36055/1/978-5-7996-1478-2_2015.pdf)
2. Инструментальные методы анализа: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [В.И. Кочеров и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2015. – 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/99009/#1>
3. Молекулярно-абсорбционный метод анализа органических веществ: уч.-метод. пособие / Е.В. Черданцева и др.; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/98423/#1>

### 9.3. Программное обеспечение

ПО с сервера УрФУ: Adobe Photoshop CS3; MathCAD 14; Matlab2008a; NOD32; Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2007, 2010, 2013, 2016.

### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

[www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru) – сайт о химии

<http://ru.wikipedia.org> – краткая информация о химии

<http://chemistry-chemists.com> – электронные книги по химии

<http://chemexpress.fatal.ru/Navigator/ChemSites.htm> - информационный ресурс по химии

[www.study.urfu.ru/info](http://www.study.urfu.ru/info) - портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

<http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека

Зональная научная библиотека <http://www.lib.urfu.ru>

#### **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются.

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

##### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лабораторный практикум кафедры аналитической химии включает в себя 5 лабораторных залов, оснащённых необходимым оборудованием (лабораторная посуда, мерная посуда, реактивы, установки для титрования, нагревательные приборы, сушильные шкафы, вытяжные шкафы, дистилляторы и проч.) и 2 весовые комнаты (аналитические электронные весы). Приборный парк кафедры включает оптическое и спектральное оборудование (ААС, АЭС, фотоколориметры, спектрофотометры (видимая и УФ-области), поляриметры, рефрактометры, нефелометры).



**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Оптические методы анализа»

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещаемость</i>	<i>5, 1-8</i>	<i>10</i>
<i>Контрольная работа (1)</i>	<i>5, 13</i>	<i>50</i>
<i>Реферат (1)</i>	<i>5, 6</i>	<i>10</i>
<i>Домашняя работа (2)</i>	<i>5, 8-10</i>	<i>2×15=30</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторные работы (6)</i>	<i>5, 9-14</i>	<i>6×10=60</i>
<i>Коллоквиум (1)</i>	<i>5, 12</i>	<i>40</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**  
Не предусмотрены.

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 5	1,0

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**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 В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент 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	Студент 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	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях
<b>Умения</b>	Студент 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 изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

**80 – 100 баллов** выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

**60 – 79 баллов** выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

**40 – 59 баллов** выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

**Менее 40 баллов** выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

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

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий** Не предусмотрено.

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

1. Молярный коэффициент поглощения висмута в виде его тиомочевинного комплекса равен  $9,3 \cdot 10^3 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  при  $\lambda = 470 \text{ нм}$ . Определите оптическую плотность и пропускание (в %) раствора, содержащего  $0,010 \text{ г/дм}^3 \text{ Bi}^{3+}$ , измеренные в кювете с  $\ell = 1,0 \text{ см}$ .

2. Для определения титана в стали ее навеску  $0,2500 \text{ г}$  растворили и разбавили до  $100 \text{ см}^3$ . К  $25,0 \text{ см}^3$  полученного раствора добавили реактив ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) и довели объем до  $50,0 \text{ см}^3$ . Ко второй порции  $25,0 \text{ см}^3$  добавили  $0,20 \text{ мг}$  титана, реактив и довели объем до  $50,0 \text{ см}^3$ . Фотометрировали в кювете с  $\ell = 1,0 \text{ см}$ . Оптическая плотность первого раствора оказалась равной  $0,22$ , а второго –  $0,50$ . Каково процентное содержание титана в стали?

3. Потенциал ионизации калия равен  $4,32 \text{ эВ}$ . Рассчитайте, имеются ли в атомно-эмиссионном спектре калия линии с длиной волны меньше  $300 \text{ нм}$ . Объясните свой ответ.

4. Для определения длины волны неизвестной линии спектра были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн  $\lambda_1 = 3737,1 \text{ \AA}$  и  $\lambda_2 = 3745,6 \text{ \AA}$ . Отсчеты по измерительной шкале микроскопа для этих линий равны соответственно  $5,18$  и  $6,24 \text{ мм}$ . Определите длину волны неизвестной линии, если отсчет по шкале микроскопа для нее равен  $5,62 \text{ мм}$ .

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено.

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

Не предусмотрено.

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

1. Классификация и основные особенности физико-химических методов исследования. Аналитические сигналы методов.
2. Прямые и косвенные физико-химические методы анализа. Метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом. Их достоинства и недостатки.
3. Молекулярная адсорбционная спектроскопия. Основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера). Оптическая плотность, коэффициент пропускания. Отклонения от основного закона светопоглощения.
4. Зависимость молярного коэффициента поглощения от природы вещества, концентрации раствора, температуры, длины волны проходящего света. Абсолютная и дифференциальная фотометрия, особенности этих методов.
5. Аддитивность светопоглощения. Возможность спектрофотометрического анализа двухкомпонентных растворов.
6. Природа спектров поглощения и испускания атомами анализируемого вещества. Энергетические состояния поглощающих и испускающих атомов. Параметры электромагнитного излучения.
7. Сущность атомного абсорбционного спектрального анализа. Источники атомизации проб
8. Сущность атомного эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения в АЭС, их достоинства и недостатки.
9. Приемники излучения в атомного эмиссионном спектральном анализе. Фотографический способ регистрации спектра. Характеристическая кривая фотопластинки. Особенности, достоинства, недостатки.
10. Качественный атомно-эмиссионный спектральный анализ. «Последние» линии в спектре.
11. Количественный атомно-эмиссионный спектральный анализ. Гомологическая пара линий. Сущность метода трех эталонов и метода твердого графика.
12. Отличия атомно-абсорбционного и атомного эмиссионного спектральных анализов. Аналитические сигналы методов. Основные уравнения.
13. Основные узлы приборов в методах атомно-абсорбционного и атомного эмиссионного спектральных анализов. Назначение и принцип работы.
14. Классификация оптических методов анализа. Основы и аналитические сигналы методов.

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

Не используются.

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не используются.

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

Не используются.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Инструментальные методы анализа	<b>Код модуля</b> 1119309
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавр	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Козицина Алиса Николаевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
2	Сараева Светлана Юрьевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	

**Руководитель модуля**

А.В. Иванова

**Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ  
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Электрохимические методы анализа» относится к вариативному модулю по выбору студента «Инструментальные методы анализа» траектории «Инструментальные методы анализа природных и технических объектов» образовательной программы бакалавриата по направлению «Химическая технология». В дисциплине рассматриваются классификация и теоретические основы таких электрохимических методов анализа, как потенциометрия, кулонометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, требования к ним и тенденции развития и применения для анализа экологических, биологических и фармацевтических проб, принципы работы и возможности использования современного электрохимического оборудования.

## 1.2. Язык реализации программы – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-15);
- способность владеть основными современными методами; инструментального анализа (ДПК-2-ТОП7);
- готовность использовать знания об инструментальных методах анализа, принципов и условий их реализации с учетом новейших достижений (ДПК-3-ТОП7);

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** фундаментальные законы химии и физики; теоретические основы электрохимических методов анализа; правила выбора метода анализа; методы метрологической обработки результатов анализа; требования безопасности и экологического контроля к осуществлению деятельности в аналитической лаборатории; специфику работы в аналитической лаборатории.

**Уметь:** выполнять основные аналитические операции (взвешивание, растворение, титрование и др.); работать на аналитическом оборудовании; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений.

**Владеть** (демонстрировать навыки и опыт деятельности): экспериментальными методами проведения химического анализа, опытом подготовки и выполнения отчетов о выполненной работе, методами расчета в химическом анализе.

## 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	221	221	221
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	102	102	102
4.	Лабораторные работы	68	68	68
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	211	36,15	211
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432		432
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		12



## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	Особенности инструментальных методов анализа. Классификация электрохимических методов анализа по измеряемым электрическим характеристикам анализируемых систем. Электрохимическая ячейка. Электрод, электрохимические процессы на электроде. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Равновесны и неравновесные измерения.
P2	Потенциометрические методы анализа	Электродный потенциал, его связь с активностью потенциалопределяющих ионов (уравнение Нернста). Принципиальная схема потенциометрической установки. Электроды, используемые в потенциометрии. Прямая потенциометрия. Нернстовская область электродной функции. Крутизна электродной функции. Предел обнаружения. Определение активности ионов в растворах. Способы определения концентрации анализируемого вещества. Определение pH растворов с применением ионоселективного стеклянного электрода. Потенциометрическое титрование. Варианты потенциометрического титрования. Виды кривых титрования.
P3	Вольтамперметрические методы анализа	Электрохимические основы метода, его разновидности. Сущность <i>полярографического метода анализа</i> . Поляризованный электрод. Электроды, используемые в полярографии, особенности, преимущества и недостатки. Принципиальная схема полярографической установки. Полярографическая кривая, ее характеристика. Предельный диффузионный ток. Концентрационная поляризация. Уравнение Гейровского – Ильковича. Потенциал полуволны, факторы, влияющие на его величину. Качественный и количественный полярографический анализ, условия его выполнения. Уравнение Ильковича для предельного тока диффузии. Способы определения концентрации анализируемого вещества. <i>Вольтамперметрия</i> . Методы вольтамперметрии. Электроды в вольтамперметрии. <i>Амперометрическое титрование</i> . Сущность метода. Амперометрический метод регистрации точки эквивалентности с использованием одного или двух поляризованных электродов. Выбор потенциала рабочего электрода и величины напряжения, налагаемого на электроды. Формы кривых амперометрического титрования.
P4	Кулонометрические методы анализа	Сущность метода. Закон Фарадея. Кулон как универсальный первичный стандарт в кулонометрии. Прямая кулонометрия при контролируемом потенциале и контролируемой силе тока. Сущность и разновидности метода кулонометрического титрования. Внешняя и внутренняя генерация титранта. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы регистрации точки эквивалентности. Определение количества электричества, затраченного в ходе титрования. Расчет результатов анализа.
P5	Кондуктометрические методы анализа	Сущность метода. Основные параметры: электропроводность, удельная и эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша. Закон разведения Оствальда. Мост Уитстона. Виды кондуктометрии: прямая и косвенная, переменноточко-

		вая и постоянноточковая, контактная и бесконтактная. Кривые кондуктометрического титрования. Емкостные и индуктивные ячейки. Применение кондуктометрии. Солемеры.
Р6	Кинетические методы анализа	Каталитические и некаталитические методы. Кинетические уравнения. Реакции нулевого порядка, первого порядка. Количественный кинетический анализ: метод тангенсов, метод фиксированного времени, метод фиксированной концентрации, ферментативные методы. Особенности ферментативных реакций. Константа Михаэлиса. Применение кинетических методов.

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

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



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

##### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Определение железа(II) в растворе методом потенциометрического титрования	4
P2	2	Потенциометрическое определение стехиометрических коэффициентов взаимодействия антиоксидантов с гексацианоферратом (III) калия	4
P2	3	Определение антиоксидантной активности лекарственных препаратов	4
P2	4	Определение содержания серной и фосфорной кислот методом потенциометрического титрования	4
P2	5	Определение содержания железа в руде методом потенциометрического титрования	4
P2	6	Ионометрическое определение кальция	4
P2	7	Ионометрическое определение хлора в воде	4
P3	8	Определение содержания ванадата аммония и перманганата калия при их совместном присутствии методом амперометрического титрования	4
P3	9	Определение свинца и кадмия с использованием анализатора «Экотест-ВА»	4
P3	10	Определение свинца и кадмия с использованием анализатора «ИВА-5»	4
P3	11	Определение меди с использованием анализатора «ИВА-5»	4
P3	12	Определение никеля с использованием анализатора «ИВА-5»	4
P3	13	Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в биологических объектах	4
P3	14	Амперометрический бесферментный метод определения мочевины в сыворотке крови	4
P4	15	Определение тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования	4
P4	16	Определение аскорбиновой кислоты методом кулонометрического титрования	4
P4	17	Титрование As(III) электрогенерируемым йодом	4
<b>Всего:</b>			<b>68</b>

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Расчет термодинамической константы равновесия химической реакции исходя из стандартных электродных потенциалов сопряженных окислительно-восстановительных пар	4
P2	2	Упражнения по расчету сдвига окислительно-восстановительного равновесия в реакциях комплексообразования	4

P2	3	Упражнения по расчету концентрации методом прямой потенциометрии с построением градуировочного графика и методом стандартных добавок	4
P2	4	Расчет теоретической кривой потенциометрического титрования	4
P2	5	Определение реальных окислительно-восстановительных потенциалов титруемой системы	4
P3	6	Освоение техники работы с электрохимическими ячейками	6
P3	7	Практическое освоение способов поверхностного модифицирования толстопленочных графитовых электродов	6
P3	8	Изучение различных режимов поляризации рабочего электрода и алгоритмов проведения вольтамперометрического анализа	6
P3	9	Способы расчета коэффициентов диффузии	6
P3	10	Способы расчета количества переносимых электронов в процессах, лимитированных диффузией	6
P3	11	Расчет критериев для обратимых и необратимых электрохимических процессов	6
P3	12	Применение уравнения Гейровского – Ильковича для расчета концентрации в вольтамперометрии	6
P3	13	Упражнения по расчету концентрации методом стандартных добавок	6
P3	14	Семинар на тему «Сенсоры в вольтамперометрии»	6
P3	15	Семинар на тему «Вольтамперометрия в анализе различных объектов»	6
P4	16	Расчет результатов анализа в методе прямой кулонометрии при контролируемом потенциале и контролируемой силе тока	5
P4	17	Применение закона Фарадея в кулонометрическом титровании с электрогенерируемыми титрантами	5
P5	18	Упражнения по расчету удельной и эквивалентной электропроводности	3
P5	19	Построение кривых кондуктометрического титрования	3
P6	20	Количественный кинетический анализ: метод тангенсов, метод фиксированного времени, метод фиксированной концентрации, ферментативные методы.	6
<b>Всего:</b>			<b>102</b>

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Принципы потенциометрических методов анализа: прямые (рН-метрия, ионометрия, редокс-метрия) и потенциометрическое титрование.
2. Уравнение Нернста для расчета потенциала разных электродов в потенциометрии.
3. Расчет константы равновесия ОВР.
4. Расчет потенциала в точке эквивалентности при потенциометрическом титровании.
5. Задачи по потенциометрическому определению содержания определяемых компонентов.

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### **4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Не предусмотрено.

#### **4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**

Не предусмотрено.

#### **4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

1. Определение карбонатной жесткости минеральных вод методом потенциометрии с использованием ионселективных электродов.
2. Анализ смеси серной и фосфорной кислот методом потенциометрического титрования. Определение константы ионизации фосфорной кислоты.
3. Определение реальных окислительно-восстановительных потенциалов аскорбиновой кислоты, цистеина и глутатиона.
4. Сравнение методов амперометрического и кулонометрического титрования в анализе препаратов, содержащих аскорбиновую кислоту.
5. Определение содержания железа в руде методом окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, бихроматометрия, йодометрия) с потенциометрической индикацией конечной точки титрования.
6. Кулонометрическое определение винной кислоты в техническом препарате.
7. Определение содержания дихромата калия в техническом препарате электрохимическими (кулонометрия и амперометрия) методами анализа.
8. Определение содержания дихромат-ионов в сточных водах электрохимическими (кулонометрия и амперометрия) методами анализа.
9. Определение сульфата цинка, хлорида цинка в техническом препарате методом амперометрического титрования.
10. Определение ионов меди, свинца, кадмия и цинка методом инверсионной вольтамперометрии.
11. Расчет кинетических параметров электровосстановления нитроароматических соединений.

#### **4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

1. Сущность метода кулонометрии. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия при контролируемом потенциале и контролируемой силе тока. Кулонометрическое титрование. Определение количества электричества, затраченного в ходе титрования. Виды и принцип работы весовых и газовых кулонометров. Расчет результатов анализа.

2. Сущность метода кондуктометрии. Основные параметры: электропроводность, удельная и эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша. Закон разведения Оствальда. Мост Уитстона. Виды кондуктометрии: прямая и косвенная, переменноточковая и постоянноточковая, контактная и бесконтактная. Кривые кондуктометрического титрования. Емкостные и индуктивные ячейки. Применение кондуктометрии.

3. Каталитические и некаталитические методы. Кинетические уравнения. Реакции нулевого и первого порядка. Количественный кинетический анализ: метод тангенсов, метод фиксированного времени, метод фиксированной концентрации, ферментативные методы. Особенности ферментативных реакций. Константа Михаэлиса. Применение кинетических методов.

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

Код раздела 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		*										
P2				*								
P3				*								
P4				*	*							
P5					*							
P6				*								

### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### 9.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии: учебник для для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов: [в 2 т.] / Т. 2. [Т.А. Большова и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. — 416 с. (30 экз. разных лет издания)
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям: [в 2 кн.]. Книга 2. 7-е изд. – М.: Дрофа, 2009. – 383 с. (10 экз.)
3. Кристиан Г. Аналитическая химия: [учеб. пособие для вузов]: в 2 т. / Г. Кристиан. – Т. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 504 с. (25 экз.)

##### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х томах. Т.2. М.: Техносфера, 2003. 277 с. (8 экз.)
2. Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле-Рено Р. Электрохимия. Серия Мир химии. – М.: Техносфера, 2008. – 360 с. (18 экз.)
3. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. Серия Методы в химии. – М.: Мир: Бинум ЛЗ, 2003. 592 с. <http://ru.b-ok.org/book/2347033/6958bd>
4. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. Серия Методы в химии – М.:

Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 416 с. (5 экз. на каф. АХ ХТИ)  
<http://www.medcollegelib.ru/book/ISBN9785996329373.html>

5. Гейровский Я., Кута Я. Основы полярографии - М.: Издательство "МИР", 1965.  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=222466](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=222466)

## 9.2. Методические разработки

1. Инверсионная вольтамперометрия (учебно-методическое пособие) / В.И. Кочеров, А.Н. Козицина, А.В. Иванова, Т.С. Митрофанова, А.И. Матерн. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 110 с. [http://anchem.hti.urfu.ru/fileadmin/user\\_upload/site\\_76\\_6403/imp/metodichka-IVA.pdf](http://anchem.hti.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_76_6403/imp/metodichka-IVA.pdf)
2. Электрохимические методы исследования биологических объектов: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [А.В. Иванова и др.; под общ. ред. С.Ю. Сараевой; науч. ред. В.И. Кочеров]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 52 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275800>
3. Инструментальные методы анализа: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [В.И. Кочеров и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2015. – 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/99009/#1>
4. Химические и физико-химические методы анализа: сб. задач: [учеб. пособие]/ [В.И. Кочеров и др.; под общ. ред. С.Ю. Сараевой]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 208 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43904/1/978-5-7996-1860-5\\_2016.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43904/1/978-5-7996-1860-5_2016.pdf)
5. Электрохимические методы анализа: учеб. пособие / [А.Н. Козицина и др.; под общ. ред. А.И. Матерна]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2017. – 128 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30369889>

## 9.3. Программное обеспечение

ПО с сервера УрФУ: Adobe Photoshop CS3; MathCAD 14; Matlab2008a; NOD32; Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2007, 2010, 2013, 2016.

ПО, идущее в комплекте с приборами: Autolab - NOVA 1.11 и NOVA 2.0; PARSTAT - PowerSTEP, PowerSINE, PowerCV; рН-метры «Эксперт» - EXP2PR; ЭПП - X-epr; ИВА - Iva-2003 и IVA\_the\_best.

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

[www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru) – сайт о химии

<http://ru.wikipedia.org> – краткая информация о химии

<http://chemistry-chemists.com> – электронные книги по химии

<http://chemexpress.fatal.ru/Navigator/ChemSites.htm> - информационный ресурс по химии

[www.study.urfu.ru/info](http://www.study.urfu.ru/info) - портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

<http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека

Зональная научная библиотека <http://www.lib.urfu.ru>

## 9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лабораторный практикум кафедры аналитической химии включает в себя 5 лабораторных залов, оснащенных необходимым оборудованием (лабораторная посуда, мерная посуда, реактивы, установки для титрования, нагревательные приборы, сушильные шкафы, вытяжные шкафы, дистилляторы и проч.) и 2 весовые комнаты (аналитические электронные весы). Приборный парк кафедры включает электрохимическое оборудование (потенциометры, потенциостаты, вольтамперометрические анализаторы, кулонометры, рН-метры – ионометры, амперметры) и электроды (сравнения, вспомогательные, индикаторные разных типов).



**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Электрохимические методы анализа»

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещаемость</i>	<i>6, 1-17</i>	<i>30</i>
<i>Домашняя работа (1)</i>	<i>6, 8-10</i>	<i>70</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещаемость</i>	<i>6, 1-17</i>	<i>40</i>
<i>Активность участия</i>	<i>6, 1-17</i>	<i>60</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторные работы (12)</i>	<i>6, 9-14</i>	<i>12×5=60</i>
<i>Коллоквиум (1)</i>	<i>6, 12</i>	<i>40</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение курсовой работы</i>	<i>6, 14-17</i>	<i>60</i>
<i>Реферат</i>	<i>6, 17</i>	<i>40</i>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,5</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,5</b>		

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 6	1,0

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**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 В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент 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	Студент 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	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях
<b>Умения</b>	Студент 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 изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

**80 – 100 баллов** выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

**60 – 79 баллов** выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

**40 – 59 баллов** выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

**Менее 40 баллов** выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

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

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий** Не предусмотрено.

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

1. В кулонометрической ячейке, содержащей  $25 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ моль/дм}^3$  раствора KI, генерировали  $\text{I}_2$  в течение 4 мин при силе тока  $10,0 \text{ мА}$  ( $\eta = 100 \%$ ). Затем через раствор пропустили  $2 \text{ дм}^3$  газа, содержащего  $\text{H}_2\text{S}$ . Непрореагировавший йод восстановили  $10,0 \text{ см}^3$   $0,0010 \text{ моль/дм}^3$  раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а избыток последнего оттитровали йодом, затратив на титрование 2 мин 45 с при силе тока  $3,0 \text{ мА}$ . Рассчитайте содержание (в  $\text{мг/м}^3$ )  $\text{H}_2\text{S}$  в газе (н. у.).
2. Кадмий и цинк, содержащиеся в  $1,060 \text{ г}$  руды, выделяли на ртутном катоде из аммиачного раствора. При потенциале катода  $-0,95 \text{ В}$  (отн. НКЭ) восстанавливался только кадмий, а за это время в водородно-кислородном кулонометре выделилось  $44,6 \text{ см}^3$  газа. Затем потенциал изменили до  $-1,30 \text{ В}$  и восстановили цинк. При этом в кулонометре выделилось дополнительно  $31,3 \text{ см}^3$  газа при тех же условиях. Рассчитайте содержание цинка и кадмия в руде (в %).
3. Навеску  $0,200 \text{ г}$  стали, содержащей медь, растворили в кислоте, объем полученного раствора довели водой до  $50,0 \text{ см}^3$ . При полярографировании  $5,0 \text{ см}^3$  раствора в  $20,0 \text{ см}^3$  фона высота волны меди составила  $37,0 \text{ мм}$ . Вычислите содержание меди (в %) в стали, если известно, что при полярографировании раствора, содержащего  $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ г}$  меди в  $25 \text{ см}^3$ , высота волны составляет  $30 \text{ мм}$ .
4. Волна восстановления ионов  $\text{CrO}_4^-$  до  $\text{Cr}^{3+}$  имеет потенциал полуволны  $-0,3 \text{ В}$ , а волна восстановления ионов  $\text{Cr}^{3+}$  до  $\text{Cr}^0$  –  $+1,4 \text{ В}$ . На полярограмме сточной воды предельный

ток при  $-0,70$  В равен  $10,5$  мкА, а при  $1,8$  В –  $42,0$  мкА. Рассчитайте соотношение концентраций ионов  $\text{CrO}_4^-$  и  $\text{Cr}^{3+}$  в анализируемой воде, приняв коэффициенты диффузии частиц равными.

5. ЭДС гальванического элемента, составленного из платинового и насыщенного каломельного электродов, опущенных в раствор с ионами  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , равна  $0,558$  В. Найдите соотношение концентраций окисленной и восстановленной форм железа, если  $E_{\text{НКЭ}} = 0,242$  В.
6. Рассчитайте условный стандартный потенциал каломельного электрода ( $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}_{\text{нас}}$ ) при  $25$  °С, если при той же температуре стандартный потенциал ртутного электрода ( $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$ ) равен  $0,792$  В, а произведение растворимости каломели  $\text{ПР}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2) = 1,3 \cdot 10^{-18}$ .

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация и основные особенности физико-химических методов исследования. Аналитические сигналы методов.
2. Прямые и косвенные физико-химические методы анализа. Метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом. Их достоинства и недостатки.
3. Сущность ЭХМА. Классификация методов.
4. Классификация электродов. Электроды сравнения.
5. Сформулируйте понятие электрохимической реакции, электрода, электродного потенциала. Определите связь электродного потенциала с концентрацией (активностью) потенциалопределяющих ионов, находящихся в растворе.
6. Кулонометрический анализ. Закон Фарадея.
7. Виды электрохимических методов анализа. Электроды в полярографии, вольтамперометрии и потенциометрии.
8. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Электроды в прямой потенциометрии. Стеклокислородный электрод. Его использование, достоинства и недостатки. Устройство и многообразие ионоселективных электродов.
9. Окислительно-восстановительные реакции. Понятие электродного потенциала.
10. Сущность количественного вольтамперометрического анализа. Уравнение Ильковича для предельного диффузионного тока. Условия проведения анализа.
11. Кинетика электрохимических реакций. Электродная реакция и массоперенос.
12. Полярография. Ртутный капаящий электрод, его достоинства и недостатки. Полярограмма, потенциал полуволны. Режимы регистрации вольтамперных зависимостей.
13. Обычная и инверсионная вольтамперометрия. Электроды. Вольтамперограмма, потенциал и интенсивность пика тока. Адсорбционная, амальгамная и циклическая вольтамперометрия.
14. Способы развертки потенциала и регистрации вольтамперограмм. Влияние на АС.
15. Амперометрическое и биамперометрическое титрование. Типы кривых титрования. Обратимые и необратимые электрохимические процессы.
16. Кондуктометрия. Типы кондуктометрических ячеек, их назначение.

### 8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

### 8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

### 8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Инструментальные методы анализа	<b>Код модуля</b> 1119309
<b>Образовательная программа</b> Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	<b>Код ОП</b> 18.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавр	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Козицина Алиса Николаевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
2	Иванова Алла Владимировна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	
3	Сараева Светлана Юрьевна	к.х.н., доцент	доцент	аналитической химии	

**Руководитель модуля**

А.В. Иванова

**Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ  
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Современное оборудование для инструментальных методов анализа» является заключительной дисциплиной, относящейся к модулю «Инструментальные методы анализа» траектории образовательной программы бакалавриата «Инструментальные методы анализа природных и технических объектов» по направлению «Химическая технология». Изучение дисциплины направлено на ознакомление с современным аналитическим оборудованием и закреплением материала, изученного ранее по оптическим и электрохимическим методам анализа. В результате освоения дисциплины студенты будут готовы применять полученные знания для проведения анализа инструментальными методами в соответствии с последними достижениями в области аппаратного обеспечения методов контроля и анализа природных и технических систем.

## 1.2. Язык реализации программы – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-18);
- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-19);
- способность владеть основными современными методами; инструментального анализа (ДПК-2-ТОП7);
- способность проводить работы по освоению и эксплуатации существующего и вновь вводимого оборудования (ДПК-4-ТОП7).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

устройство и принцип работы оптических, спектральных, электрохимических аналитических приборов и хроматографического оборудования, области их использования; классификацию и принципы функционирования электродов и возможности их использования в потенциометрии, кулонометрии, вольтамперометрии, кондуктометрии; основы технологии изготовления электрохимических сенсоров и способы их модифицирования; уровень развития отечественных и зарубежных производителей аналитического оборудования.

### **Уметь:**

составлять алгоритм проведения эксперимента с использованием аналитического оборудования и выполнять анализ; определять основные аналитические характеристики электрохимических сенсоров.

### **Владеть:**

опытом эксплуатации оборудования для аналитических измерений; навыками изготовления модифицированных электрохимических сенсоров; опытом работы со специализированным программным обеспечением для электрохимических измерений.



#### 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.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	85	85	85
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	95	15,75	95
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180		180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Классификация инструментальных методов анализа. Аналитические сигналы методов. Погрешности измерений. Чувствительность и цена деления приборов.
P2	Оборудование для оптических и спектральных методов анализа	
P2.T1	Оборудование для оптических методов анализа	Рефрактометр Аббе. Оптическая система, отсчетное устройство. Полутеневой поляриметр. Поляризатор и анализатор. Фотоколориметры, спектрофотометры в видимой и УФ-областях спектра. Основные узлы, принципы работы и измерения АС. Одно- и двухлучевые спектрометры. Требования к современному спектрометру. Приборы для регистрации ИК-спектров.
P2.T2	Оборудование для спектральных методов анализа	Атомно-абсорбционные спектрометры. Принцип модуляции и спектральные помехи. Атомизация в пламени и в графитовой кювете. Приборы для АЭС. Индуктивно-связанная плазма. Фоновые помехи. Характеристики приборов для АЭС анализа. Масс-спектрометры: квадрупольные, магнитные, времяпролетные, тандемные. Способы ионизации: электронный удар, химическая ионизация, лазерная десорбция-ионизация из матрицы.
P3	Оборудование для электрохимических методов анализа	
P3.T1	Электроизмерительные приборы	Приборы непосредственной оценки тока и напряжения: амперметры, вольтметры. Приборы сравнения: мосты, компенсационные измерительные

		устройства. Абсолютная и относительная погрешность измерений. Чувствительность и цена деления приборов.
<b>Р3.Т2</b>	Ячейки и электроды	Электрохимические ячейки. Классификация электродов по назначению, по материалу изготовления, по электрохимическому методу применения, по способу модифицирования. Виды индикаторных электродов. Электроды и сенсоры. Общий принцип функционирования сенсоров. Модифицированные индикаторные электроды.
<b>Р3.Т3</b>	Приборы для вольтамперометрических, потенциометрических, кулонометрических и кондуктометрических измерений	Полярографы, вольтамперометрические анализаторы. Характеристики потенциостата-гальваностата. Режимы поляризации индикаторного электрода. Иономеры, рН-метры, потенциометрические датчики и автоматические титраторы. Компенсационная схема потенциометрических измерений. Мост постоянного тока Уитстона. Мост переменного тока Вина. Кулонометры. Потенциостаты с обратной связью для проведения электролиза. Выбор кулонометра и способа измерения количества электричества. Особенности ячеек в кулонометрии. Кондуктометры, солемеры, кондуктометрические титраторы. Требования к эл/хим. ячейкам для измерения электропроводности. Константа кондуктометрической ячейки.
<b>Р4</b>	Хроматографическое оборудование	Хроматографические колонки. Пластинки для тонкослойной хроматографии. Сорбенты, элюенты. Газовые и жидкостные хроматографы. Детекторные системы.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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



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

##### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Снятие спектров поглощения растворов железа (II и III) с использованием спектрофотометра (по сульфосалицилатным комплексам)	4
P2	2	Определение цинка и меди в воде методом атомно-абсорбционной спектроскопии	4
P2	3	Обнаружение микроколичеств элементов в технологическом растворе методом атомно-эмиссионного анализа	4
P2	4	Качественный рентгеноспектральный анализ	4
P3	5	Тестирование электрохимической ячейки с использованием электроизмерительных приборов	4
P3	6	Исследование электрохимических превращений магнетита и определение содержания железа методом циклической ВА с использованием в/а анализаторов «ИВА-5», «Экотест», «µAutolab», «Metrohm» и электрохимических сенсоров разного типа»	8
P3	7	Определение концентрации ионов меди свинца и кадмия с использованием ВА анализатора «ИВА-5» с использованием модифицированных сенсоров	6
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Отличительные особенности фотометрии и спектрофотометрии	2
P2	2	Возможности применения методов рефрактометрии и поляриметрии в анализе	3
P3	3	Изготовление толстопленочных графитсодержащих электродов. Изготовление модифицированных сенсоров для определения концентрации ионов тяжелых металлов и мочевины.	4
P3	4	Семинар «Современные тенденции развития вольтамперометрических анализаторов в России и за рубежом»	4
P4	5	Решение задач по хроматографии. Обработка хроматограмм	4
<b>Всего:</b>			<b>17</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

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

1. Устройство и принцип функционирования оптических и спектральных приборов: рефрактометров, поляриметров, фотоколориметров, спектрофотометров, атомно-абсорбционных спектрометров, атомно-эмиссионных спектрографов, масс-спектрометров.
2. Задачи по оптическим и спектральным методам анализа. Расчетные методы: градуировочного графика, сравнения со стандартом и добавок.

3. Теоретические основы электрохимических методов анализа (полярография, вольтамперометрия, кулонометрия, кондуктометрия, потенциометрия).
4. Устройство и принцип функционирования приборов для электрохимических методов анализа.
5. Задачи по электрохимическим методам анализа. Расчетные методы: градуировочного графика, сравнения со стандартом и добавок.

#### **4.3.2. Примерный перечень тем графических работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)**

Не предусмотрено.

#### **4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Не предусмотрено.

#### **4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**

Не предусмотрено.

#### **4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.7. Примерный перечень тем курсовых работ**

1. Определение содержания ионов железа в технологическом растворе методами фотометрии и потенциометрическим титрованием.
2. Определение содержания аскорбиновой кислоты в фармпрепарате методами кулонометрического титрования с электрогенерированными титрантами, амперометрического титрования и спектрофотометрии.
3. Определение ионов меди, свинца и кадмия в питьевых водах методами инверсионной вольтамперометрии и пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии.
4. Определение карбонатной жесткости минеральных вод различной минерализации методом прямой потенциометрии с ион-селективными электродами.
5. Определение влияния способа пробоподготовки сточных вод на результаты инверсионно-вольтамперометрического определения ионов тяжелых металлов.
6. Определение степени экстракции ионов тяжелых металлов калекс-аренами методами инверсионной вольтамперометрии и атомно-абсорбционной спектроскопии с графитовой кюветой.
7. Определение никеля в легированной стали методом абсорбционной инверсионной вольтамперометрии и спектрофотометрии.
8. Сравнительный анализ питьевых вод на содержание ионов тяжелых металлов методом инверсионной вольтамперометрии с использованием импрегнированных графитовых электродов и модифицированных толсто пленочных графит содержащих электродов.
9. Определение основного вещества в фармпрепаратах, содержащих глюкозу методами поляриметрии и рефрактометрии.

#### **4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

#### **4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

Не предусмотрено.

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

Код раздела 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												
P2					*							
P3					*							
P4				*								

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов: [в 2 т.] / Т. 2. [Т.А. Большова и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. — 416 с. (30 экз. разных лет издания)
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям: [в 2 кн.]. Книга 2. 7-е изд. – М.: Дрофа, 2009. – 383 с. (10 экз.)
3. Кристиан, Гэри. Аналитическая химия: [учеб. пособие для вузов]: в 2 т. / Г. Кристиан. – Т.2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 504 с. (25 экз.)
4. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 206 с. (1 экз.) <http://ru.book.org/book/2905312/86dfa2>

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко: в 2 т. – М.: Академия, 2010 (5 экз.)
2. Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле-Рено Р. Электрохимия. Серия Мир химии. – М: Техносфера, 2008. – 360 с. (18 экз.)
3. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. Серия Методы в химии. – М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. 592 с. <http://ru.book.org/book/2347033/6958bd>
4. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. Серия Методы в химии – М.: Бином.

Лаборатория знаний, 2010. – 416 с. (5 экз. на каф. АХ ХТИ)  
<http://www.medcollegelib.ru/book/ISBN9785996329373.html>

5. Атомно-абсорбционный анализ : учеб. пособие / А.А. Ганеев [и др.] .— Москва : Лань, 2011 .— 303 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4028](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4028)

## 9.2. Методические разработки

1. Инверсионная вольтамперометрия (учебно-методическое пособие) / В.И. Кочеров, А.Н. Козицина, А.В. Иванова и др. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 110 с. [http://anchem.hti.urfu.ru/fileadmin/user\\_upload/site\\_76\\_6403/imp/metodichka-IVA.pdf](http://anchem.hti.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_76_6403/imp/metodichka-IVA.pdf)
1. Электрохимические методы исследования биологических объектов: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [ А.В. Иванова и др.; под общ. ред. С.Ю. Сараевой; науч. ред. В.И. Кочеров]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 52 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275800>
2. Инструментальные методы анализа: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [В.И. Кочеров и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2015. – 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/99009/#1>
3. Оптические методы в фармацевтическом анализе: лаборатор. практикум: [учеб.-метод. пособие] / [Ю.А. Глазырина и др. ]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд. Урал. Ун-та, 2015. – 96 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36055/1/978-5-7996-1478-2\\_2015.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/36055/1/978-5-7996-1478-2_2015.pdf)
4. Молекулярно-абсорбционный метод анализа органических веществ: уч.-метод. пособие / Е.В. Черданцева и др.; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 96 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/98423/#1>

## 9.3. Программное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows; Microsoft Office в составе Word, Excel; MATLAB; Statistica; программное обеспечение анализаторов «ИВА-5», «Эльсенс»; программное обеспечение атомно-абсорбционного спектрометра

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

[www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru) – сайт о химии

<http://ru.wikipedia.org> – краткая информация о химии

<http://chemistry-chemists.com> – электронные книги по химии

<http://chemexpress.fatal.ru/Navigator/ChemSites.htm> - информационный ресурс по химии

[www.study.urfu.ru/info](http://www.study.urfu.ru/info) - портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

<http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека

Зональная научная библиотека <http://www.lib.urfu.ru>

## 9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лабораторный практикум кафедры АХ включает в себя 5 лабораторных залов, оснащенных необходимым оборудованием (лабораторная посуда, мерная посуда, реактивы, установки для титрования, нагревательные приборы, сушильные шкафы, вытяжные шкафы, дистилляторы и проч.) и 2 весовые комнаты (аналитические электронные весы).

На кафедре аналитической химии есть следующее необходимое оборудование для проведения лабораторного практикума по дисциплине: потенциостат/гальваностат (Autolab, PARSTAT); инверсионно-вольтамперометрический анализатор ИВА-5; многофункциональный потенциометрический анализатор МПА-1; кулонометры «Эксперт-6»; рН-метры (АНИОН, АКВИЛОН, ЭКСПЕРТ, ТА-ИОН); микроамперметры, вольтметры; рефрактометр; поляриметр; фотоколориметры КФК-2; спектрофотометры ПЭ – 5400 УФ; атомно-абсорбционный спектрометр; атомно-эмиссионный спектрограф ИСП–28, спектропроектор СП–18 и микрофотометр МФ–2.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Современное оборудование для инструментальных методов анализа»

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещаемость</i>	7, 1-8	20
<i>Домашняя работа (1)</i>	7, 9	80
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Практические работы (4)</i>	7, 1-8	4×15=60
<i>Участие в семинарах(2)</i>	7, 5 и 8	2×20=40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторные работы (5)</i>	7, 9-14	5×20=100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы**

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение курсовой работы</i>	7, 15-17	60
<i>Реферат</i>	7, 17	40
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,5</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,5</b>		

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1,0



**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Современное оборудование для инструментальных методов анализа»**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Современное оборудование для 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 В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент 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	Студент 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	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях
<b>Умения</b>	Студент 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 изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

**80 – 100 баллов** выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

**60 – 79 баллов** выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

**40 – 59 баллов** выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

**Менее 40 баллов** выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

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

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий** Не предусмотрено.

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий** Не предусмотрено.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы** Не предусмотрено.

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета** Не предусмотрено.

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

1. Классификация инструментальных методов анализа. Аналитические сигналы методов.
2. Погрешности измерений. Чувствительность и цена деления приборов.
3. Рефрактометр Аббе. Оптическая система, отсчетное устройство.
4. Полутеневого поляриметр. Поляризатор и анализатор.
5. Фотоколориметры, спектрофотометры в видимой и УФ-областях спектра. Основные узлы, принципы работы и измерения АС. Одно- и двухлучевые спектрометры. Требования к современному спектрометру.
6. Приборы для регистрации ИК-спектров.
7. Атомно-абсорбционные спектрометры. Принцип модуляции и спектральные помехи. Атомизация в пламени и в графитовой кювете.
8. Приборы для АЭС. Индуктивно-связанная плазма. Фоновые помехи. Характеристики приборов для АЭС анализа.

9. Масс-спектрометры: квадрупольные, магнитные, времяпролетные, тандемные. Способы ионизации: электронный удар, химическая ионизация, лазерная десорбция-ионизация из матрицы.
10. Классификация электродов (по материалу изготовления, по функциональному назначению и по типу процессов, протекающих на электродах).
11. Связь электродного потенциала с концентрацией потенциалопределяющих ионов. Уравнение Нернста.
12. Потенциометры. Устройства для косвенных потенциометрических измерений. Газоанализаторы.
13. Основные узлы кондуктометров. Мост Уитстона. Контактные и бесконтактные ячейки. Константа кондуктометрической ячейки.
14. Система электродов для вольтамперометрических измерений. Вольтамперометрические анализаторы. Режимы регистрации вольтамперных кривых. Режим развертки потенциала.
15. Кулонометры. Принцип работы медного, серебряного и газового кулонометров.
16. Модифицированные сенсоры. Классификация. Назначение. Способы модифицирования.
17. Приборы для кулонометрических и кондуктометрических измерений.
18. Электроизмерительные приборы. Стандарты тока, напряжения, сопротивления.
19. Оборудование для газовой хроматографии. Хроматографические колонки.
20. Оборудование для жидкостной хроматографии. Сорбенты, элюенты. Детекторные системы.

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

Не используются.

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не используются.

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

Не используются.