

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Физико-химические методы анализа

**Код модуля**  
1150268

**Модуль**  
Аналитическая химия и физико-химические  
методы анализа

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Иванова Алла Владимировна	доктор химических наук, доцент	Профессор	Кафедра аналитической химии
2	Козицина Алиса Николаевна	доктор химических наук, доцент	заведующий кафедрой	аналитической химии
3	Сараева Светлана Юрьевна	кандидат химических наук, доцент	доцент	аналитической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Иванова Алла Владимировна, Профессор, аналитической химии
- Козицина Алиса Николаевна, заведующий кафедрой, аналитической химии
- Сараева Светлана Юрьевна, доцент, аналитической химии

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физико-химические методы анализа**

<b>1.</b>	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	3	
<b>2.</b>	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Лабораторные занятия	
<b>3.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет	
<b>4.</b>	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	2
		Домашняя работа	1
		Отчет по лабораторным работам	5

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физико-химические методы анализа**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности	Лабораторные занятия

<p>интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности  З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий  П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности  П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)  П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты  У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности  У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий  У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования</p>	<p>Домашняя работа Зачет</p>

<p>решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний  П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности  У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>	<p>Коллоквиум № 1  Коллоквиум № 2  Контрольная работа  Лекции</p>
<p>ОПК-7 -Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат  З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования  З-3 - Характеризовать способы метрологического обеспечения производственной деятельности, контроля количественных и качественных показателей получаемой продукции  П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции  У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций  У-4 - Оценивать с использованием количественных или качественных показателей</p>	<p>Лабораторные занятия</p>

	соответствие характеристик получаемой продукции установленным техническим требованиям и фиксировать отклонения У-6 - Определять оптимальные способы метрологического сопровождения технологических процессов	
ПК-7 -Способность применять аналитические и численные методы решения производственных задач, используя современные статистические и информационные технологии	З-1 - Воспроизводить аналитические методики и методы визуального контроля биотехнологического процесса П-1 - Иметь практический опыт измерения контрольных параметров биотехнологического процесса аналитическими методами У-1 - Идентифицировать результаты выполненных испытаний при производстве лекарственных средств и биотехнологических продуктов	Домашняя работа Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. 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>домашняя работа</i>	4,6	30
<i>контрольная работа</i>	4,8	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</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>отчет по лабораторным работам</i>	4,9	6
<i>отчет по лабораторным работам</i>	4,10	6
<i>отчет по лабораторным работам</i>	4,11	6
<i>коллоквиум</i>	4,12	35
<i>отчет по лабораторным работам</i>	4,13	6
<i>отчет по лабораторным работам</i>	4,14	6
<i>коллоквиум</i>	4,15	35
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. 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>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ



## **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### **5.1.2. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Фотоколориметрическое определение содержания никеля(II) в растворе
  2. Спектрофотометрическое определение содержания перманганата и дихромата калия в растворе при их совместном присутствии
  3. Определение содержания цинка(II) и железа(II) в растворе методом ААС
  4. Амперометрическое определение содержания перманганата калия и ванадата аммония в растворе при их совместном присутствии
  5. Определение содержания серной и фосфорной кислот в растворе методом потенциометрического титрования
- LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## **Базовый**

### **5.2.1. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Теория спектральных методов анализа (МАС, ААС, АЭС)
2. Теория электрохимических методов анализа (потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия)

3. Задачи по спектральным и электрохимическим методам анализа

Примерные задания

1. Монохроматическое и полихроматическое излучение. Устройства для их получения.
2. Устройства для атомизации и возбуждения в методе АЭС.
3. Способы определения количества электричества в кулонометрии.
4. Индикаторный электрод в полярографии. Достоинства и недостатки.
5. Для определения меди в образце получено 250,0 см<sup>3</sup> окрашенного раствора, содержащего 0,325 г навески образца. Оптическая плотность раствора в кювете с толщиной слоя 2,0 см была 0,254. Определить содержание меди в сплаве (%), если молярный коэффициент поглощения аммиаката меди равен 423.
6. При полярографическом анализе раствора к 2 мл его добавили реактивы и довели объем водой до 50 мл. Высота волны в полученном растворе оказалась равной 30 мм. Затем, в испытуемый раствор добавили 1 мл стандартного раствора с концентрацией определяемого компонента 10 мг/мл. Высота волны в этом случае оказалась равной 55 мм. Рассчитайте концентрацию анализируемого раствора.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия
2. Атомно-абсорбционная спектроскопия
3. Атомно-эмиссионная спектроскопия
4. Задачи по спектральным методам анализа

Примерные задания

1. Основной закон светопоглощения. Свойство аддитивности оптической плотности.

Спектр поглощения раствора, состоящего из двух компонентов.

2. Устройство и принцип работы источника излучения в методе ААС при определении металлов.

3. Качественный и количественный АЭС-анализ. Аналитические линии в эмиссионном спектре пробы. Гомологическая пара линий.

4. Раствор  $\text{CuSO}_4$ , полученный после обработки навески шлака в 2,00 г, перенесли в колбу вместимостью 100,0 мл, прилили к нему раствор аммиака и воду до метки. Серию стандартов приготовили из пяти растворов, содержащих 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 мг/мл  $\text{Cu}^{2+}$ . При одинаковой толщине слоя интенсивность окраски анализируемого раствора совпала с окраской третьего стандартного раствора. Вычислить процентное содержание меди в шлаке.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Классификация электродов
2. Потенциометрические методы анализа
3. Вольтамперометрические методы анализа
4. Кулонометрические методы анализа
5. Задачи на электрохимические методы анализа

Примерные задания

1. Назначение индикаторных, вспомогательных электродов и электродов сравнения.

2. Потенциометрический анализ. Определение концентрации ионов в растворе методами прямой потенциометрии и потенциометрического титрования.

3. Вид и основные участки вольтамперной кривой. Причины регистрации остаточного тока.

4. Связь содержания определяемого вещества с количеством электричества, затраченного на электролиз. Закон Фарадея. Выход по току.

5. Раствор соляной кислоты объемом 5 мл кулонометрически оттитровали электрогенерируемыми ионами  $\text{OH}^-$  при постоянном токе 10 мА за время 3 мин 10 сек. Рассчитайте массовую концентрацию  $\text{HCl}$  в растворе и ее титр по  $\text{NaOH}$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Теория спектральных методов анализа (МАС, ААС, АЭС)

2. Теория электрохимических методов анализа (потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия)

3. Задачи по спектральным и электрохимическим методам анализа

Примерные задания

1. Общие и отличительные особенности методов МАС и ААС.

2. Ионметрия. Связь потенциала с содержанием определяемого компонента.

Индикаторные электроды в ионметрии.

3. Оптическая плотность раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией 4,48 мкг/мл, измеренная в кювете с  $\ell = 1$  см при 520 нм, равна 0,309. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения  $\text{KMnO}_4$  для этой длины волны.

4. При титровании ионов  $\text{Fe}^{2+}$  бихромат-ионами с использованием автоматического титратора выяснилось, что потенциал электрода в конечной точке на 60 мВ ниже теоретического значения потенциала в точке эквивалентности. Принимая реальные потенциалы систем  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}$  соответственно 0,68 В и 1,06 В оцените погрешность этого титрования в %.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Отчет по лабораторным работам № 1

Примерный перечень тем

Примерные задания

Приготовить серию стандартных растворов никеля. Провести фотометрические реакции в анализируемом и стандартных растворах никеля с диметилглиоксимом. С использованием фотоколориметра измерить оптические плотности всех растворов методами абсолютной и дифференциальной фотометрии. Построить градуировочные графики и определить по ним концентрацию никеля в анализируемом растворе. Рассчитать массу никеля в растворе. В выводе по работе указать наиболее точный метод.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Отчет по лабораторным работам № 2

Примерный перечень тем

Примерные задания

Приготовить серии стандартных растворов перманганата и дихромата калия. С использованием спектрофотометра измерить оптические плотности анализируемого и стандартных растворов методом абсолютной спектрофотометрии. Построить градуировочные графики и определить по ним концентрации перманганата и дихромата калия в анализируемом растворе. Также определить концентрации компонентов методом молярного коэффициента с учетом свойства аддитивности оптической плотности двухкомпонентного раствора. Рассчитать массы перманганата и дихромата калия в растворе. В выводе по работе указать наиболее точный расчетный метод.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.7. Отчет по лабораторным работам № 3

Примерный перечень тем

Примерные задания

Приготовить серии стандартных растворов цинка(II) и железа(II) для построения градуировочного графика и серию растворов проб и проб с добавками для построения

графиков по методу добавок. С использованием АА-спектрометра измерить оптические плотности холостой пробы и приготовленных растворов. Построить графики (градуировочные и по методу добавок) и определить по ним концентрации цинка(II) и железа(II) в анализируемом растворе. Рассчитать массы цинка(II) и железа(II) в растворе. В выводе по работе указать наиболее точный расчетный метод.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.8. Отчет по лабораторным работам № 4**

Примерный перечень тем

Примерные задания

Собрать электрохимическую установку, электрохимическую ячейку заполнить исследуемым раствором, в ячейку опустить два индикаторных Pt микроэлектрода и носик бюретки, заполненной титрантом. Провести одно прикидочное и три точных титрования, записывая значения тока при добавлении титранта. Построить кривые титрования, определить по ним объем титранта в двух точках эквивалентности. Рассчитать массы перманганата калия и ванадата аммония в растворе. Провести статистическую обработку результатов анализа.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.9. Отчет по лабораторным работам № 5**

Примерный перечень тем

Примерные задания

Собрать электрохимическую установку, электрохимическую ячейку заполнить исследуемым раствором, в ячейку опустить индикаторный (стеклянный) электрод, хлоридсеребряный электрод сравнения и носик бюретки, заполненной титрантом. Провести три точных титрования, зная значения рН в 1 и 2 точках эквивалентности и записывая значения рН при добавлении титранта. Построить интегральные и дифференциальные кривые титрования, определить по ним объем титранта в двух точках эквивалентности. Рассчитать массы серной и фосфорной кислот в растворе. Провести статистическую обработку результатов анализа.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования.
2. Типы и конструкции электродов для определения кислотности среды. Связь потенциала со значением рН для этих электродов.
3. Способы регистрации эмиссионного спектра. Характеристическая кривая фотопластинки.
4. Истинные и кажущиеся причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
5. Расчетный метод трех эталонов в методе АЭС (с построением постоянного и переменного графиков).

6. При  $\lambda = 620$  нм оптическая плотность раствора, содержащего  $8,55 \cdot 10^{-5}$  моль/л компонента Q составила 0,326, а оптическая плотность раствора R концентрации  $2,37 \cdot 10^{-4}$  моль/л составили 0,055 при этой же длине волны. Рассчитайте оптическую плотность раствора, содержащего  $1,61 \cdot 10^{-4}$  моль/л компонента Q и  $7,35 \cdot 10^{-4}$  моль/л компонента R при  $\lambda = 620$  нм. Во всех случаях измерение проводили при  $\ell = 1$  см.

7. Вычислить массу железа, прореагировавшего на аноде при постоянном потенциале по реакции  $\text{Fe}^{2+} - e = \text{Fe}^{3+}$ , если на титрование йода, выделившегося в кулонометре генераторной цепи, израсходовано 10,5 мл 0,15 моль/л раствора тиосульфата натрия. Какое потребуется время для электроокисления 100 мг железа (II) при силе тока равной 30 мА?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-3	Д-1	Домашняя работа Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лабораторные занятия Лекции