

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Физическая и прикладная химия»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_ / Т.Р. Змызгова /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## Рабочая программа учебной дисциплины

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**06.03.01– Биология**

Направленность:  
**Управление биологическими системами**

Форма обучения: очная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата Биология (Управление биологическими системами), утвержденным для очной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «05» июля 2024 года, протокол № 10.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры  
«Физическая и прикладная химия»

А.И. Рыкова

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

Л.В. Мосталыгина

Заведующий кафедрой  
«Биология»

Л.В. Прояева

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю	Семестр
	дисциплину	2
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Лекции	30	30
Лабораторные работы	30	30
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Курсовая работа	-	-
Другие виды самостоятельной работы	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части дисциплин учебного плана.

Освоение обучающимися дисциплины «Аналитическая химия» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные при изучении дисциплин: математика, физика и общая химия. Студент должен владеть элементарными химическими понятиями, химическим языком, иметь представление о работе с химическими реактивами и оборудованием. Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Аналитическая химия», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин: органическая химия, физическая и коллоидная химия, биологическая химия и молекулярная биология.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование теоретических основ, методологии и практического использования химических и инструментальных методов анализа, методов разделения и концентрирования.

Задачи освоения дисциплины:

изучение основных типов химических реакций, используемых в аналитической химии;

изучение основных способов отбора проб природных объектов;

теоретическое и практическое овладение основными методами и средствами качественного и количественного химического анализа.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

ОПК-8. Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

### **знать**

- основные методы химического анализа и перспективы их развития и совершенствования для использования в конкретной области деятельности (ОПК-6);
- особенности анализа объектов и иметь навыки их применения (ОПК-8);

### **уметь**

- самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ОПК-6);
- анализировать данные, полученные в результате эксперимента, грамотно объяснять результаты эксперимента (ОПК-8);

### **владеть**

- методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (ОПК-6);
- способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ОПК-8).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции,

формируемой в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Аналитическая химия», индикаторы достижения компетенций ОПК-6, ОПК-8, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 <sub>ОПК-6</sub>	Знать: основные методы химического анализа и перспективы их развития и совершенствования для использования в конкретной области деятельности	З (ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> )	Знает: основные методы анализа состава веществ и материалов и методы моделирования.	Задачи текущего и рубежных контролей, тестовые задания
2.	ИД-2 <sub>ОПК-6</sub>	Уметь: самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	У (ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> )	Умеет: выполнять химический эксперимент, систематизировать и анализировать результаты опытов, наблюдений и измерений, а также результаты расчетов свойств веществ	Вопросы для защиты результатов лабораторных работ, вопросы коллоквиума
3.	ИД-3 <sub>ОПК-6</sub>	Владеть: методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов	В (ИД-3 <sub>ОПК-6</sub> )	Владеет: приемами анализа и обобщения результатов собственных экспериментов и расчетно-графических работ	Вопросы для защиты результатов лабораторных работ, вопросы коллоквиума
4.	ИД-1 <sub>ОПК-8</sub>	Знать: особенности анализа объектов и иметь навыки их применения	З (ИД-1 <sub>ОПК-8</sub> )	Знает: правила составления отчёта по лабораторной работе, стандартные способы аппроксимации численных данных	Вопросы для защиты результатов лабораторных работ, задачи рубежных контролей
5.	ИД-2 <sub>ОПК-8</sub>	Уметь: анализировать данные, полученные в результате эксперимента, грамотно объяснять результаты эксперимента	У (ИД-2 <sub>ОПК-8</sub> )	Умеет: систематизировать, анализировать, интерпретировать результаты опытов, наблюдений и измерений	Вопросы теста, вопросы для защиты результатов лабораторных работ
6.	ИД-3 <sub>ОПК-8</sub>	Владеть: навыками работы с современным оборудованием, способностью анализировать полученные результаты, и формулировать предложения	В (ИД-3 <sub>ОПК-8</sub> )	Владеет: приемами работы на серийном и специальном научном оборудовании	Вопросы для защиты результатов лабораторных работ

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Теоретические основы аналитической химии.	10	-
	2	Качественный анализ.	2	8
Рубеж 2	3	Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа.	12	14
	4	Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов.	6	8
<b>Всего:</b>			<b>30</b>	<b>30</b>

#### 4.2. Содержание лекционных занятий

##### Тема 1. Теоретические основы аналитической химии

Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Методы анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрoанализ. Физические, физико-химические и химические методы, их применение в биологических исследованиях.

Химическое равновесие. Электростатическое и химическое взаимодействие. Активность и концентрация. Общая (аналитическая) и равновесная концентрации. Конкурирующие реакции.

Кислотно-основное равновесие. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Понятие кислоты, основания, амфолита. Кислотно-основные сопряженные пары. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Буферные растворы, буферная ёмкость. Вычисление рН растворов кислот, оснований, амфолитов и буферных растворов.

Равновесие в гетерогенной системе. Равновесие между твердой и жидкой фазами. Константа растворимости. Условие образования и растворение осадка. Вычисление растворимости.

##### Тема 2. Качественный анализ

Химико-аналитические свойства элементов. Реакции катионов и анионов: общие, аналитические, групповые, частные, характерные, специфические. Деление ионов на аналитические группы. Дробный и систематический ход анализа.

Характеристики аналитических реакций (предел обнаружения и избирательность) и способы их повышения. Методы обнаружения. Микрoкристаллоскопический, пирохимический, капельный, люминесцентный, спектральный методы анализа.

### **Тема 3. Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа**

Гравиметрический анализ. Сущность, методы. Схема образования осадка. Влияние различных факторов на структуру осадков. Старение осадков. Виды соосаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы.

Правильность и воспроизводимость анализа. Систематические и случайные, абсолютные и относительные погрешности. Стандартное отклонение. Способы повышения правильности анализа.

Титриметрический анализ. Сущность, измерительная посуда. Способы выражения концентраций растворов. Вычисление эквивалентных масс в различных методах титриметрического анализа. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Первичные стандарты. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Установление концентраций рабочих растворов. Вычисление результатов титриметрического анализа.

Кислотно-основное титрование. Вычисление рН в различных точках для построения кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Ошибки титрования.

Комплексонометрическое титрование. ЭДТА и её соль. Металлохромные индикаторы. Определение кальция, магния, жесткости воды. Осадительное титрование. Аргентометрия и меркуриметрия. Методы установления конечной точки титрования.

Окислительно-восстановительное титрование. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различных точках титрования. Построение кривых титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Йодометрия. Рабочие растворы в йодометрии. Приготовление и свойства раствора тиосульфата натрия. Первичный стандарт. Крахмал как индикатор. Йодометрические определения. Перманганометрия. Приготовление рабочего раствора, первичные стандарты, стандартизация раствора перманганата. Перманганометрические определения.

### **Тема 4. Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов**

Потенциометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионометрия), потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды, ионселективные мембранные электроды. Стекланный электрод. Электроды сравнения.

Спектрофотометрический метод. Сущность, основные законы светопоглощения. Величины, характеризующие лучистую энергию: оптическая плотность и пропускание. Молярный коэффициент поглощения. Спектр поглощения. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций.

Химические и физико-химические методы разделения и концентрирования. Экстракция. Типы экстракционных систем. Условия разделения элементов. Реэкстракция. Хроматография: ионообменная, распределительная, хроматография на бумаге. Физические методы. Отгонка.

Подготовка образца к анализу. Предварительные макро- и микроисследования. Методы отбора средней пробы. Разложение аналитической пробы. Растворение в воде, кислотах, щелочах. Минерализация органических соединений и биологических объектов. Объекты анализа: минералы, почва, удобрения, зола растений и костей животных, природные и сточные воды. Обнаружение основных компонентов и примесей в природных материалах. Экспрессный качественный анализ в полевых условиях.

### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
2	Качественный анализ	Реакции обнаружения катионов I-III групп	2
		Реакции обнаружения катионов IV-VI групп	2
		Реакции обнаружения анионов	2
		Анализ твердого вещества	2
3	Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа	Гравиметрическое определение воды в кристаллогидрате	2
		Статистическая обработка результатов гравиметрического анализа	2
		<b>Рубежный контроль №1</b>	2
		Кислотно-основное титрование (приготовление и стандартизация растворов)	2
		Кислотно-основное титрование (определение кислоты и её массы)	2
		Комплексометрическое титрование (определение общей жёсткости воды)	2
		Окислительно-восстановительное титрование (перманганатометрия)	2
4	Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов	Потенциометрическое титрование кислот	2
		Фотометрическое определение железа	2
		Методы разделения и концентрирования. Хроматография.	2
		<b>Рубежный контроль №2</b>	2
<b>Всего:</b>			<b>30</b>

### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина преподается в течение второго семестра в виде лекционных и лабораторных занятий, на которых происходит объяснение, усвоение и проверка изучаемого материала. В преподавании дисциплины применяются образовательные технологии: метод проблемного изложения материала; самостоятельное ознакомление обучающихся с источниками информации, использование иллюстративных и справочных материалов (таблицы, справочники).

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций и методических рекомендаций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.



Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающей кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций, поэтому приветствуется взаимооценка и обсуждение результатов работы.

При решении расчётных и качественных задач приветствуется работа в команде, совместная деятельность, направленная на решение общей поставленной задачи, междисциплинарное обучение, подразумевающее использование знаний из разных областей (математика, физика), группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности, поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего усвоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

В качестве рубежного контроля используется решение расчётно-графических задач с обязательным использованием справочной литературы. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Самостоятельная работа обучающегося, наряду с лабораторными аудиторными занятиями в группе выполняется (при непосредственном/опосредованном контроле преподавателя) по учебникам и учебным пособиям. Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям и к рубежным контрольным мероприятиям и подготовку к экзамену.

#### **Рекомендуемый режим самостоятельной работы**

<b>Наименование вида самостоятельной работы</b>	<b>Рекомендуемая трудоемкость, час</b>
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	27
Теоретические основы аналитической химии.	5
Качественный анализ.	8
Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа.	10
Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов.	4
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)</b>	26
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	4
<b>Подготовка к экзамену</b>	27
<b>Всего:</b>	<b>84</b>

### **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ.
2. Отчеты обучающихся по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2.
4. Вопросы к экзамену.

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание																		
Очная форма обучения																				
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Распределение баллов																		
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Вид УР</th> <th style="text-align: center;">Посещение и конспект ЛК</th> <th style="text-align: center;">Выполнение и защита ЛБ</th> <th style="text-align: center;">Рубежный контроль №1</th> <th style="text-align: center;">Рубежный контроль №2</th> <th style="text-align: center;">Экзамен</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Балльная оценка</td> <td style="text-align: center;">0,5+1</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3,5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Применения</td> <td style="text-align: center;">ЛК1,5*15 Всего: 22,5</td> <td style="text-align: center;">3*13 Всего: 39</td> <td style="text-align: center;">На 7 лабораторных</td> <td style="text-align: center;">На 15 лабораторных</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Вид УР	Посещение и конспект ЛК	Выполнение и защита ЛБ	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен	Балльная оценка	0,5+1	3	3,5	5	30	Применения	ЛК1,5*15 Всего: 22,5	3*13 Всего: 39	На 7 лабораторных	На 15 лабораторных	
		Вид УР	Посещение и конспект ЛК	Выполнение и защита ЛБ	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен													
Балльная оценка	0,5+1	3	3,5	5	30															
Применения	ЛК1,5*15 Всего: 22,5	3*13 Всего: 39	На 7 лабораторных	На 15 лабораторных																
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно (не зачтено); 61...73 – удовлетворительно 74...90 – хорошо 91...100 – отлично																		
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения экзаменационной оценки по дисциплине автоматически, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul>																		
4	Формы и виды учебной работы	В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 51 балла и не выполнены все задания, то обучающемуся необходимо выполнить																		

<p>для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конспектирование материала пропущенных лекций (1-2 балла);</li> <li>- выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (2-3 балла) (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов;</li> <li>- рубеж 1 (до 3,5 баллов), рубеж 2 (до 5 баллов).</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>
--	--

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. Рубежные контроли подразумевают выполнение тестов и решение расчётно-графических задач в течение 2 академических часов с использованием справочных пособий. Условия заданий и критерии оценивания содержатся в УМК дисциплины. Преподаватель оценивает в баллах результаты работы каждого обучающегося (от 0,2 до 1 балла за вопрос) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На экзамене обучающийся в личной беседе с преподавателем отвечает на два вопроса из предложенного перечня и решает расчетную задачу. При ответе на каждый вопрос обучающийся получает до 10 баллов, в сумме до 30 баллов. Время, отводимое обучающемуся на подготовку к ответу, составляет один астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

#### Пример задания для рубежного контроля 1

1. Наиболее селективный реагент для обнаружения  $\text{NH}_4^+$ :
  - 1) раствор  $\text{CuSO}_4$
  - 2) реактив Несслера
  - 3) раствор  $\text{KMnO}_4$
  - 4) раствор щелочи
2. Какое аналитическое свойство  $\text{Pb}^{2+}$  используется при его обнаружении?
  - 1) окислитель
  - 2) восстановитель
  - 3) образование осадка
  - 4) окраска иона
3. Для обнаружения  $\text{Ca}^{2+}$  используют:
  - 1)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
  - 3)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{OH}$
4. Признаком протекания качественной реакции  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{+6}$  в щелочной среде является изменение окраски:
  - 1) фиолетовая  $\rightarrow$  зеленая
  - 2) зеленая  $\rightarrow$  оранжевая
  - 3) зеленая  $\rightarrow$  желтая
  - 4) синяя  $\rightarrow$  оранжевая
5. Для обнаружения  $\text{Fe}^{3+}$  используют

- |  |                     |                        |
|--|---------------------|------------------------|
|  | 1) раствор щелочи   | 3) сероводородную воду |
|  | 2) раствор $KMnO_4$ | 4) раствор $KSCN$      |
6. Присутствие иона  $Cu^{2+}$  в смеси с ионами  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$  можно доказать, используя в качестве реактива
- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) раствор $K_4[Fe(CN)_6]$ | 3) раствор $K_3[Fe(CN)_6]$ |
| 2) раствор $H_2S$          | 4) раствор $NH_3$          |
7. В исследуемом растворе  $pH > 7$ . При добавлении кислоты газ не выделяется. Какой ион присутствует в растворе?
- |                |                 |             |           |
|----------------|-----------------|-------------|-----------|
| 1) $CO_3^{2-}$ | 2) $SiO_3^{2-}$ | 3) $S^{2-}$ | 4) $Cl^-$ |
|----------------|-----------------|-------------|-----------|
8. Бензол в присутствии хлорной воды окрашивается в желто-оранжевый цвет в присутствии иона:
- |             |           |           |          |
|-------------|-----------|-----------|----------|
| 1) $S^{2-}$ | 2) $Cl^-$ | 3) $Br^-$ | 4) $I^-$ |
|-------------|-----------|-----------|----------|
9. Присутствие  $NO_3^-$  – ионов в растворе можно доказать, используя в качестве реактива
- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1) раствор йода     | 3) дифениламин         |
| 2) реактив Несслера | 4) магниезильную смесь |
10.  $KMnO_4$  в сернокислой среде обесцвечивается в присутствии аниона
- |                |                |             |             |
|----------------|----------------|-------------|-------------|
| 1) $SO_4^{2-}$ | 2) $CO_3^{2-}$ | 3) $S^{2-}$ | 4) $NO_3^-$ |
|----------------|----------------|-------------|-------------|
11. Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0,05 моль/л нитрата калия и 0,03 моль/л нитрата алюминия.
12. Рассчитайте pH в 0,01М растворе хлорноватистой кислоты.
13. К раствору, который содержит ионы  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ag^+$  в равных молярных концентрациях, постепенно приливают раствор серной кислоты. Укажите, в какой последовательности будут осаждаться соли в равновесных условиях.
14. Сколько надо взять 10%-ного раствора (плотность 1,07 г/мл) хлорида бария для осаждения сульфат-ионов из раствора, содержащего 0,1769 г сульфата калия?
15. Результаты измерений: 53,96; 54,15; 54,05; 54,08; 54,32. Является ли результат 54,32 грубой ошибкой?

### Пример задания для рубежного контроля 2

- После прокаливания навески доломита 0,3680 г получена смесь оксидов магния и кальция массой 0,1830 г. Рассчитайте содержание оксида кальция и оксида магния в образце.
- Какой объем воды (мл) надо прибавить к 1 л 0,125 М раствора едкого натра, чтобы получить 0,1 М раствор?
- К раствору  $(NH_4)_2SO_4$  добавили 25,00 мл раствора  $NaOH$  [ $T(NaOH) = 0,008922$  г/мл]. Кипячением удалили аммиак, а на титрование оставшейся щелочи затратили 8,65 мл раствора  $HCl$  [ $T(HCl) = 0,007236$  г/мл]. Вычислить массу  $(NH_4)_2SO_4$ .
- Из навески 3,5000 г  $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$  в мерной колбе емкостью 500 мл приготовлен раствор. На титрование 25 мл этого раствора пошло 24,90 мл перманганата калия. Определить  $C(1/5KMnO_4)$ ,  $T(KMnO_4)$  и  $T(KMnO_4/Fe)$ .
- Какая масса (г) хлорида бария содержится в 250 мл раствора, если после прибавления к 25 мл этого раствора 40 мл 0,1020 М раствора нитрата серебра на обратное титрование остатка нитрата серебра израсходовано 15 мл 0,0980 М раствора тиоцианата аммония?

### Примерный список вопросов к экзамену

#### Теоретическая часть

- Аналитическая химия. Химический анализ. Классификация методов анализа.
- Методы обнаружения и разделения. Реакции, используемые в анализе. Характеристики аналитических реакций.
- Дробный и систематический анализ. Методы систематического анализа.
- Деление катионов и анионов на группы.

5. Теории кислот и оснований. Кислотно-основное взаимодействие. Константы кислотности и основности. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований.
6. Процессы гидролиза в аналитической химии.
7. Вычисление рН в растворах кислот и оснований.
8. Смесь сопряженной кислоты и основания. Буферная емкость.
9. Константы равновесия образования и растворения осадка. Следствие из правила  $K_s$ .
10. Дробное осаждение и растворение осадков. Влияние ионов на растворимость электролитов.
11. Равновесный окислительно-восстановительный потенциал. Формула Нернста. Стандартный, реальный и условный потенциал. Влияние рН раствора на величину потенциала.
12. Виды ошибок, Q-критерий. Выявление систематических ошибок. Правильность анализа.
13. Воспроизводимость анализа, статистическая обработка результата. Численное значение результата анализа.
14. Сущность гравиметрического анализа, его методы. Осаждаемая и гравиметрическая форма (примеры). Условия образования кристаллического и аморфного осадка. Виды соосаждения, получение чистого осадка.
15. Фильтрация и промывание осадка. Высушивание и прокаливание. Вычисления в гравиметрическом анализе.
16. Титриметрический анализ: сущность, методы. Способы выражения концентрации растворов.
17. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. Вычисление результатов титриметрического анализа.
18. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Кривая титрования. Выбор индикатора.
19. Титрование слабой кислоты сильным основанием. Кривая титрования. Выбор индикатора.
20. Титрование слабого основания сильной кислотой. Кривая титрования. Выбор индикатора.
21. Окислительно-восстановительное титрование. Методы обнаружения конечной точки титрования в оксидиметрии. Окислительно-восстановительные индикаторы.
22. Сущность комплексонометрии. Металлохромные индикаторы. Область перехода окраски, условия использования индикатора.
23. Спектральный анализ, классификация методов. Характеристики света. Виды спектров. Возникновение спектров. Закон Бугера-Ламберта-Бера и его практическое применение.
24. Электрохимические методы анализа (классификация). Теоретические основы метода потенциометрии. Электроды индикаторные и сравнения. Виды потенциометрических определений.
25. Хроматография: ионообменная, распределительная, хроматография на бумаге, газовая. Хроматограммы. Применение хроматографии.

#### **Практическая часть**

1. Качественный анализ катионов I – III аналитических групп.
2. Качественный анализ катионов IV – VI аналитических групп.
3. Качественный анализ анионов.
4. Качественный анализ твердого вещества.
5. Расчеты рН в сильной и слабой кислоте.
6. Расчеты рН в сильном и слабом основании.
7. Расчеты рН в смеси сопряженной кислоты и основания.
8. Определение кристаллизационной воды, обработка результатов.

9. Измерительная посуда в титриметрии. Измерение объемов. Правила титрования.
10. Прямой метод титрования (условия применения, пример, алгоритм решения).
11. Метод замещения (условия применения, пример, алгоритм решения).
12. Обратное титрование (по остатку) – условия применения, пример, алгоритм решения.
13. Ошибки титрования в кислотно-основном методе.
14. Ацидиметрия (титрант, стандарты, их приготовление, стандартизация титранта, примеры определений).
15. Алкалиметрия (титрант, стандарты, их приготовление, стандартизация титранта, примеры определения).
16. Комплексонометрия (титрант, стандарты, их приготовление, стандартизация титранта, примеры определения).
17. Виды жесткости и ее определение.
18. Йодометрия (титранты, стандартизация их растворов, индикатор, условия определения).
19. Практическое применение йодометрии (определение восстановителей, окислителей, кислот).
20. Перманганатометрия (титрант, стандартизация, условия определения).
21. Практическое применение перманганатометрии (определение восстановителей и окислителей).
22. Осадительное титрование и его виды.
23. Определение хлорид-иона методом Мора и Фольгарда (уравнения реакций, расчеты).
24. Потенциометрическое титрование кислот (оборудование, растворы, техника определения, расчёты).
25. Фотометрическое определение ионов металлов (оборудование, техника определения, расчёты).

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Учеб. для вузов/ Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. шк., 1999. – 351, 494 с.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Т.Н.Шеховцова, В.М.Иванов и др./ Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. шк., 2001. – 463 с.
3. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

### **7.2. Дополнительная учебная литература:**

1. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др./ Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. шк., 2002. – 412 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989. – 190 с.
3. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. Книга 1,2. – М.: Химия, 1990 – 160 с.

4. Аналитическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова – Минск : Выш. шк., 2013. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html>

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В ходе самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал, используя источники из перечня основной и дополнительной учебной литературы, а также учебно-методические материалы, подготовленные преподавателем:

Аналитическая химия. Методические указания для подготовки к лабораторным занятиям для обучающихся направления подготовки 06.03.01 – Биология. – Курган, 2017. – 37 с.

## **9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»

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

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **11. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

**«Аналитическая химия»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**06.03.01– Биология**

Направленность:

**Управление биологическими системами**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр: 2 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Химический анализ. Теоретические основы аналитической химии.  
Качественный анализ. Химические методы количественного анализа.  
Метрологическая обработка результатов количественного анализа.  
Инструментальные методы анализа. Методы разделения и  
концентрирования. Анализ биологических и природных объектов.