

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

Кафедра физической и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
С.Н. Щербич /  
« 19 » сентября 2019 г.

## Рабочая программа учебной дисциплины

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**06.03.01– Биология**

Направленность:  
**Общая биология**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Биология (Общая биология), утвержденными:

- для очной формы обучения «29» августа 2019 года;
- для заочной формы обучения «29» августа 2019 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «18» сентября 2019 года, протокол № 1.

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»

О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Синецын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	32	32
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Курсовая работа	-	-
Другие виды самостоятельной работы	69	69
<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>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	6	6
Лабораторные работы	6	6
Практические занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>132</b>	<b>132</b>
<b>в том числе:</b>		
Контрольная работа	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	87	87
<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 базовой части дисциплин блока 1.

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:

Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);

Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать**

- основные методы химического анализа и перспективы их развития и совершенствования для использования в конкретной области деятельности (ОПК-2);
- особенности анализа объектов и иметь навыки их применения (ОПК-4);

### уметь

- анализировать данные, полученные в результате эксперимента, грамотно объяснять результаты эксперимента (ОПК-2);
- самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ОПК-4);

### владеть

- методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (ОПК-2);
- способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ОПК-4).

## 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.	4	-
	2	Качественный анализ.	2	8
Рубеж 2	3	Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа.	6	16
	4	Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов.	4	8
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>32</b>

#### Заочная форма обучения

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

Кисотно-основное равновесие. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Понятие кислоты, основания, амфолита. Кисотно-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. Микрорекристаллокопический, 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 потенциметрия (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.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
2	Качественный анализ	Реакции обнаружения катионов I-III групп	2	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	-
		Решение задач	2	-
		<b>Рубежный контроль №1</b>	2	-
		Кислотно-основное титрование (приготовление и стандартизация растворов)	2	-
		Кислотно-основное титрование (определение кислоты и её массы)	2	2
		Комплексонометрическое 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	2
		Методы разделения и концентрирования. Хроматография. Решение задач	2	-
		<b>Рубежный контроль №2</b>	2	-
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>6</b>

### 4.4. Контрольная работа (для обучающихся заочной формы обучения)

Контрольная работа позволяет определить степень усвоения студентом учебного материала и предусматривает:



1. самостоятельную работу с учебной литературой;
2. выполнение расчётов с использованием справочной информации;
3. построение графика и его анализ.

**Номер варианта** определяется по номеру студента в зачетно-экзаменационной ведомости группы или по двум последним цифрам в номере зачетной книжки.

График представления работы устанавливается преподавателем. При выполнении контрольной работы студент должен придерживаться следующих требований: работа выполняется на отдельных листах формата А4 и в ней должны содержаться следующие разделы:

Расчетная часть должна содержать формулы и численные расчеты для каждой из расчетных точек кривой титрования и расчет индикаторных погрешностей для выбранных индикаторов.

Графическая часть включает график теоретической кривой титрования, который должен быть выполнен на миллиметровой бумаге. На графике должны быть указаны все расчетные точки: точка эквивалентности (ТЭ), точки начала и конца скачка, интервалы изменения окраски двух выбранных индикаторов и  $pT$  двух выбранных индикаторов.

На контрольную работу преподаватель дает рецензию с указанием недочетов и ошибок, если они имеются. В случае недостаточной проработки некоторых вопросов студент должен снова изучить материал по литературе.

Преподаватель оценивает контрольную работу по **пятибалльной системе**. Если студент получил неудовлетворительную оценку (**2 балла**), то контрольная работа возвращается студенту для исправления и доработки, после чего снова должна быть представлена на проверку. Студенты, не выполнившие контрольную работу, не допускаются к экзамену по предмету.

## **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 студентов 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.

Некоторые лабораторные занятия предусматривают решение расчётных задач. Приветствуется работа в команде, совместная деятельность, направленная на решение общей поставленной задачи, междисциплинарное обучение, подразумевающее использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности (для очной формы обучения). 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 освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

В качестве рубежного контроля используются тесты или расчётно-графические задачи с обязательным использованием справочной литературы. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Самостоятельная работа студента, наряду с лабораторными аудиторными занятиями в группе выполняется (при непосредственном/опосредованном контроле преподавателя) по учебникам и учебным пособиям. Выполнение самостоятельной работы подразумевает подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контрольным мероприятиям (для очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения) и подготовку к экзамену.

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	33	75
Теоретические основы аналитической химии.	6	15
Качественный анализ.	9	20
Классические методы количественного анализа. Метрология химического анализа.	11	25
Инструментальные методы анализа. Анализ биологических и природных объектов.	7	15
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)</b>	32	12



Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4	-
Выполнение контрольной работы	-	18
Подготовка к экзамену	27	27
<b>Всего:</b>	<b>96</b>	<b>132</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
4. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
5. Вопросы к экзамену.

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

№	Наименование	Содержание						
<b>Очная форма обучения</b>								
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид УР	Посещение ЛК и ЛБ	Выполнение и защита ЛБ	Решение задач	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка	0,5	3	3	8	8	30
	Примечания	ЛК 0,5*8 ЛБ 0,5*16 Всего: 12	3*13 Всего: 39	1*3 Всего: 3	На 8 лабораторном	На 16 лабораторном		
2	Критерии перерасчета 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 автоматического	Для допуска к экзамену студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов, выполнить все лабораторные работы и контрольную работу (для заочной формы обучения). Для получения экзаменационной оценки «удовлетворительно» «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр 68						



	зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	баллов. Студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, то студенту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - конспектирование материала пропущенных лекций (1-2 балла); - 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 6 баллов; - рубеж 1 (8 баллов), рубеж 2 (8 баллов); - подготовка доклада и презентации – до 3 баллов - выполнение контрольной работы – до 5 баллов. 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.

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Оценка качества освоения программы дисциплины Аналитическая химия включает текущий контроль успеваемости (посещение и работа на лабораторных занятиях, решение и обсуждение задач), рубежный контроль, выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения) и итоговую аттестацию.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. Рубежные контроли подразумевают выполнение тестов и решение расчетно-графических задач в течение 2 академических часов с использованием справочных пособий. Преподаватель оценивает в баллах результаты работы каждого студента и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На экзамене студент в личной беседе с преподавателем отвечает на два вопроса из предложенного перечня и решает расчетную задачу. При ответе на каждый вопрос студент получает до 10 баллов, в сумме до 30 баллов. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 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 студента.

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

##### Пример задания для рубежного контроля 1

- Наиболее селективный реагент для обнаружения  $\text{NH}_4^+$ :
  - раствор  $\text{CuSO}_4$
  - реактив Несслера
  - раствор  $\text{KMnO}_4$
  - раствор щелочи
- Какое аналитическое свойство  $\text{Pb}^{2+}$  используется при его обнаружении?
  - окислитель
  - восстановитель
  - образование осадка
  - окраска иона
- Для обнаружения  $\text{Ca}^{2+}$  используют:
  - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
  - $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
  - $\text{NH}_4\text{OH}$
- Признаком протекания качественной реакции  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Cr}^{+6}$  в щелочной среде является изменение окраски:
  - фиолетовая  $\rightarrow$  зеленая
  - зеленая  $\rightarrow$  оранжевая
  - зеленая  $\rightarrow$  желтая
  - синяя  $\rightarrow$  оранжевая
- Для обнаружения  $\text{Fe}^{3+}$  используют:
  - раствор щелочи
  - раствор  $\text{KMnO}_4$
  - сероводородную воду
  - раствор  $\text{KSCN}$
- Присутствие иона  $\text{Cu}^{2+}$  в смеси с ионами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  можно доказать, используя в качестве реактива:
  - раствор  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - раствор  $\text{H}_2\text{S}$
  - раствор  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - раствор  $\text{NH}_3$
- В исследуемом растворе  $\text{pH} > 7$ . При добавлении кислоты газ не выделяется. Какой ион присутствует в растворе?
  - $\text{CO}_3^{2-}$
  - $\text{SiO}_3^{2-}$
  - $\text{S}^{2-}$
  - $\text{Cl}^-$
- Бензол в присутствии хлорной воды окрашивается в желто-оранжевый цвет в присутствии иона:
  - $\text{S}^{2-}$
  - $\text{Cl}^-$
  - $\text{Br}^-$
  - $\text{I}^-$
- Присутствие  $\text{NO}_3^-$  – ионов в растворе можно доказать, используя в качестве реактива:
  - раствор йода
  - реактив Несслера
  - дифениламин
  - магнезиальную смесь
- $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде обесцвечивается в присутствии аниона:
  - $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{CO}_3^{2-}$
  - $\text{S}^{2-}$
  - $\text{NO}_3^-$
- Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0,05 моль/л нитрата калия и 0,03 моль/л нитрата алюминия.
- Рассчитайте pH в 0,01М растворе хлорноватистой кислоты.
- К раствору, который содержит ионы  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  в равных молярных концентрациях, постепенно приливают раствор серной кислоты. Укажите, в какой последовательности будут осаждаться соли в равновесных условиях.
- 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

1. 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.
2. Какой объем воды (мл) надо прибавить к 1 л 0,125 М раствора едкого натра, чтобы получить 0,1 М раствор?
3. К раствору  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  добавили 25,00 мл раствора NaOH [ $T(\text{NaOH}) = 0,008922$  г/мл]. Кипячением удалили аммиак, а на титрование оставшейся щелочи затратили 8,65 мл раствора HCl [ $T(\text{HCl}) = 0,007236$  г/мл]. Вычислить массу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .
4. Из навески 3,5000 г  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в мерной колбе емкостью 500 мл приготовлен раствор. На титрование 25 мл этого раствора пошло 24,90 мл перманганата калия. Определить  $S(1/5\text{KMnO}_4)$ ,  $T(\text{KMnO}_4)$  и  $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe})$ .
5. 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?

### Список вопросов к экзамену

#### Теоретическая часть

1. Аналитическая химия. Химический анализ. Классификация методов анализа.
2. Методы обнаружения и разделения. Реакции, используемые в анализе. Характеристики аналитических реакций.
3. Дробный и систематический анализ. Методы систематического анализа.
4. 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 pH 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 pH 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 pH в сильной и слабой кислоте.
6. Расчеты pH в сильном и слабом основании.
7. Расчеты pH 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 определений).
16. Комплексонометрия (титрант, стандарты, их приготовление, стандартизация титранта, примеры определений).
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 студентов направления подготовки 06.03.01 – Биология. – Курган, 2017. – 37 с.

### **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная библиотека учебных материалов по химии – <http://www.chem.msu.su/rus/>
2. «Единое окно» доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studmedlib.ru/> (вход зарегистрированным пользователям).
4. ЭБС «Знаниум» – <https://znanium.com/>.

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

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: WindowsXP, FoxitReaderPro версия 1.3.

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

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины «Аналитическая химия» используются учебные аудитории для проведения занятий (лекции, лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущий и промежуточный контроль), укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Лабораторный практикум проводится в специализированной лаборатории кафедры «Физическая и прикладная химия», оснащённой необходимым оборудованием и реактивами.

Набор реактивов, химической посуды и аналитических приборов (рН-метр иономер Эксперт 001, КФК-2 УХЛ 4.2 (фотометр), весы аналитические ВЛП-200г 2кл, весы теххимические ВЛКТ-500г-М 4кл, мешалки магнитные ПЭ-6100, ПЭ-6110) для выполнения лабораторных работ.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

**«Аналитическая химия»**

образовательной программы высшего образования –

программы бакалавриата

**06.03.01– Биология**

Направленность:

**Общая биология**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр: 2 (очная форма обучения), 2 (заочная 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.