

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 /

*Т.Р.Змызгова* 31 августа 2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:  
**Биотехнология**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2021



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

- для очной формы обучения «30» августа 2021 года;
- для заочной формы обучения «30» августа 2021 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «30» августа 2021 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил

Заведующий кафедрой

«Физическая и прикладная химия»

Л.В.Мосталыгина

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.Синицын



## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>62</b>	<b>62</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	30	30
Практические работы	16	16
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>118</b>	<b>118</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	91	91
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</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
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>168</b>	<b>168</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	141	141
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</b>



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

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к базовой части дисциплин блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Общая химия», «Математика».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин: «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Методы анализа в биотехнологических производствах», «Методы биотехнологической очистки сред», «Физико-химический анализ в биотехнологии».

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование теоретических основ и практического использования химических и инструментальных методов анализа, включая пробоподготовку; методов разделения и концентрирования; использование полученных знаний по теории и практике химических и физико-химических методов анализа для решения задач в области химии и биотехнологии.

Задачами дисциплины являются: определение места аналитической химии среди всех химических наук; развитие навыков выбора аналитического метода при решении конкретной задачи, в том числе в области биотехнологии; развитие представлений о современном состоянии и перспективах развития аналитической химии; развитие способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. Изучение основных типов химических реакций и равновесий, используемых в аналитической химии; изучение основных способов отбора проб природных объектов и подготовки их к анализу; теоретическое и практическое овладение основными методами и средствами классических химических методов анализа и физико-химических методов анализа, в том числе современных. Освоение и применение методов математической статистики при решении задач аналитической химии

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)
- способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: сущность основных законов, реакций и процессов естественнонаучных дисциплин в целом и в аналитической химии, в частности (для ОПК-2)



- Знать: методы математического анализа и моделирования для обработки результатов анализа (для ОПК-2);
- Знать: основные методы химического и физико-химического анализа для использования в профессиональной деятельности (для ОПК-2);
- Уметь: использовать основные законы и методы аналитической химии в профессиональной деятельности (для ОПК-2);
- Уметь: использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений (для ОПК-3);
- Владеть: методами статистической обработки результатов анализа (для ОПК-2);
- Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования для решения задач в области биотехнологий (для ОПК-2).

#### 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	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение в аналитическую химию	2	-	-
	2	Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	2	4	8
	3.	Комплексные соединения в аналитической химии. Осадительное титрование.	2	2	4
	4.	Окислительно-восстановительные системы в аналитической химии	2	2	4
	РК1	Рубежный контроль 1			2
Рубеж 2	5.	Метрологические основы аналитической химии	2	2	-
	6.	Методы выделения, разделения и концентрирования в аналитической химии. Пробоотбор и пробоподготовка	2	2	-
	7.	Введение в электрохимические методы анализа	2	2	4



	8.	Введение в спектроскопические методы анализа	2	2	6
	РК2	Рубежный контроль 2			2
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>30</b>

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Лабораторные работы
1	Введение в аналитическую химию.	2	
2	Титриметрические методы анализа	2	2
3	Физико-химические методы анализа	2	4
<b>Всего:</b>		<b>6</b>	<b>6</b>

#### 4.2. Содержание лекционных занятий Очная форма обучения

##### *Тема 1. Введение в аналитическую химию*

Предмет аналитической химии, структура. Значение, области использования и перспективы химического анализа. Цели, задачи, особенности и взаимосвязь аналитической химии и аналитической службы. Виды анализа. Химические и физические методы обнаружения, разделения и концентрирования веществ (экстракция, хроматография). Гравиметрические, титриметрические, кинетические, биохимические, электрохимические, спектроскопические, биологические методы анализа. Основные этапы химического анализа. Методы аналитической химии, их происхождение. Классификация методов, особенности методов различных групп. Общие тенденции в развитии методов определения. Объекты химического анализа. Химический анализ и аналитический контроль, их отличия. Инфраструктура современной аналитической химии.

##### *Тема 2. Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кисотно-основное равновесие. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование*

Типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций: кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения. Термодинамика процессов и реакций. Химическое равновесие в идеальных и реальных системах. Термодинамическая и концентрационные (реальная и условная) константы равновесий. Графическое описание равновесий.

Кислотно-основные реакции. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности и основности. Буферные растворы. Расчет рН растворов кислот и оснований.



Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование.

Способы выражения концентрации растворов в титриметрии. Первичные стандарты. Стандарт-титры. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Погрешности титрования.

Основы метода кислотно-основного титрования. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

### ***Тема 3. Комплексные соединения в аналитической химии. Осадительное титрование***

Классификация и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественные характеристики комплексных соединений. Основные типы соединений, образуемых с участием органических соединений. Хелаты. Важнейшие органические реагенты, применяемые в химическом анализе.

Основы метода комплексометрии. Неорганические и органические титранты. Комплексометрия. Построение кривых титрования. Индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического использования реакций комплексообразования в аналитической химии.

Основы метода осадительного титрования. Кривые титрования. Обнаружение конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения осадительного титрования

### ***Тема 4. Окислительно-восстановительные системы в аналитической химии***

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциал. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакций окисления и восстановления и факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривых. Способы обнаружения конца титрования; индикаторы. Способы титрования. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

### ***Тема 5. Метрологические основы аналитической химии***

Метрологические основы химического анализа. Выбор метода анализа. Абсолютные и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал. Измерение. Основные характеристики метода



анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

### ***Тема 6. Методы выделения, разделения и концентрирования в аналитической химии. Пробоотбор и пробоподготовка***

Методы выделения, разделения и концентрирования. Экстракция. Количественные характеристики экстракции. Практическое использование экстракции.

Сущность хроматографического метода. Количественные характеристики хроматографии. Газовая и жидкостная хроматография. Практическое применение хроматографических методов анализа.

Основы маскирования. Маскирующие вещества. Разделение. Методы осаждения и соосаждения при разделении. Способы разделения. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

Теоретические основы и приемы пробоподготовки. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы. Первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа. Потери при пробоподготовке.

### ***Тема 7. Введение в электрохимические методы анализа***

Теоретические основы электрохимических методов анализа. Классификация электрохимических методов анализа.

Потенциометрия. Индикаторные электроды. Измерение потенциала. Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды. Потенциометрическое титрование. Практическое применение

Вольтамперометрия. Основные теоретические зависимости. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Классическая полярография. Современные вольтамперометрические методы. Амперометрическое титрование.

Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Применение кулонометрии при анализе реальных объектов. Понятие о кондуктометрии.

### ***Тема 8. Введение в спектроскопические методы анализа***

Теоретические основы спектроскопических методов анализа. Атом и атомный спектр. Молекула и молекулярные спектры. Классификация спектроскопических методов анализа.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Пламенная и электротермическая атомно-абсорбционная спектроскопия.



Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Основной закон светопоглощения. Закон аддитивности оптических плотностей. Понятие о турбидиметрии и нефелометрии.

Люминесцентные методы. Теория молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Люминесцентный анализ неорганических и органических веществ.

## Заочная форма обучения

### ***Тема 1. Введение в аналитическую химию***

Предмет аналитической химии. Значение, области использования и перспективы химического анализа. Цели, задачи, особенности и взаимосвязь аналитической химии и аналитической службы. Виды анализа. Гравиметрические, титриметрические, кинетические, биохимические, электрохимические, спектроскопические, биологические методы анализа. Основные этапы химического анализа. Классификация методов аналитической химии. Объекты химического анализа. Химический анализ и аналитический контроль, их отличия. Инфраструктура современной аналитической химии.

Методологические аспекты современной аналитической химии. Выбор метода анализа. Абсолютные и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал. Измерение. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

### ***Тема 2. Титриметрические методы анализа***

Типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций: кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения.

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование.

Способы выражения концентрации растворов в титриметрии. Первичные стандарты. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Погрешности титрования.

Основы метода кислотно-основного титрования. Кривые титрования, индикаторы. Примеры практического применения.

Основы метода комплексометрии. Комплексометрия. Кривые титрования, индикаторы. Примеры практического использования реакций комплексообразования в аналитической химии.

Основы метода осадительного титрования. Кривые титрования, индикаторы. Примеры практического применения осадительного титрования

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.



Окислительно-восстановительное титрование. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривых. Способы обнаружения конца титрования. Практическое применение.

### **Тема 3. Физико-химические методы анализа**

Физико-химические методы анализа. Классификация. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Индикаторные электроды. Измерение потенциала. Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды. Потенциометрическое титрование. Практическое применение. Понятие о вольтамперометрии. Классическая полярография. Современные вольтамперометрические методы. Амперометрическое титрование. Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Применение кулонометрии при анализе реальных объектов. Понятие о кондуктометрии.

Теоретические основы спектроскопических методов анализа. Атом и атомный спектр. Молекула и молекулярные спектры. Классификация спектроскопических методов анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Эмиссионная фотометрия пламени. Эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Основной закон светопоглощения и закон аддитивности оптических плотностей. Понятие о турбидиметрии и нефелометрии.

Люминесцентные методы. Теория молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Люминесцентный анализ неорганических и органических веществ.

Практическое использование спектроскопических методов.

## **4.3. Лабораторные занятия**

### **Очная форма обучения**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
2	Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	Стандартизация раствора гидроксида натрия по соляной кислоте	4
		Кислотно-основное титрование. Определение фосфорной кислоты	4
3	Комплексные соединения в аналитической химии. Осадительное титрование.	Определение кальция и магния при совместном присутствии	4
4	Окислительно-восстановительные системы в аналитической химии	Иодометрическое определение меди	4



РК1	Рубежный контроль 1		2
7	Введение в электрохимические методы анализа	Определение соляной и уксусной кислот в растворе при их совместном присутствии	4
8	Введение в спектроскопические методы анализа	Определение железа (III) сульфосалициловой кислотой	6
РК 2	Рубежный контроль 2		2
<b>Всего:</b>			<b>30</b>

### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
2	Титриметрические методы анализа.	Кислотно-основное титрование. Определение фосфорной кислоты	2
3	Физико-химические методы анализа	Определение железа (III) сульфосалициловой кислотой	4
<b>Всего:</b>			<b>6</b>

### 4.4. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практической работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
2	Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	Решение задач по теме «Равновесие в гомогенной системе»	2	-
		Решение задач по теме «Кислотно-основное титрование»	2	-
3.	Комплексные соединения в аналитической химии. Осадительное титрование.	Решение задач по теме «Комплексонометрическое титрование»	2	-



4.	Окислительно-восстановительные системы в аналитической химии	Решение задач по теме «Окислительно-восстановительное титрование»	2	-
5.	Метрологические основы аналитической химии	Виды погрешностей. Критерии воспроизводимости. Объединение выборок. Оценка правильности. Исключение данных	2	-
6.	Методы выделения, разделения и концентрирования в аналитической химии. Пробоотбор и пробоподготовка	Решение задач по теме Решение задач по теме «Экстракция. Хроматография»	2	-
7.	Введение в электрохимические методы анализа	Потенциометрические методы. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионоселективные электроды. Решение задач	2	-
8.	Введение в спектроскопические методы анализа	Аналитические методы молекулярной спектроскопии. Решение задач	2	-
Всего			16	-

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

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 или практической работы (для очной формы обучения).

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

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

Преподавателем запланировано применение на лабораторных и практических занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных и практических работ, защиты



отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных и практических работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения 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 освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным (для заочной формы обучения), лабораторным и практическим работам (для очной формы обучения), подготовку к рубежным контролям (для очной формы обучения), 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>	<b>59</b>	<b>137</b>
1. История развития аналитической химии	6	12
2. Равновесие в гомогенных системах. Расчет pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований. Расчет pH буферных растворов	6	16
3. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.	6	16
4. Равновесия в гетерогенных системах. Гравиметрические методы анализ.	6	17
5. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функциональные группы, их влияние на взаимодействие органического реагента с неорганическими ионами. Общая структура органических реагентов и ее влияние на их свойства. Теория аналогий. Основные типы соединений, образуемых с участием органических соединений.	6	14
6. Современные варианты хроматографических методов	6	10
7. Понятие о рентгеновской спектроскопии	4	8
8. Понятие о кинетических методах, их значение при	6	12



анализе природных объектов		
9. Назначение и работа структурных блоков аналитических приборов	6	12
10. Метрологические основы аналитической химии	1	12
11. Рефрактометрический и поляриметрический методы анализа	6	8
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b> (по 2 часа на каждое занятие)	12	4
<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 2 часа на каждое занятие)	16	-
<b>Подготовка к рубежным контролям</b> (по 2 часа на каждый рубеж)	4	-
<b>Подготовка к экзамену</b>	27	27
<b>Всего:</b>	<b>118</b>	<b>168</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 (для заочной формы обучения), по лабораторным и практическим работам (для очной формы обучения).
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
4. Вопросы к экзамену.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся 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	Распределение баллов					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2
	Балльная оценка:	1	По 2 балла за 5 работ и 4 балла за 1 работу	1	20	20	



	первом учебном занятии)	Примечания:	1*8 Всего 8	2*5 + 4*1 Всего 14	1*8 Всего 8	20	20
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	<b>60 и менее баллов – неудовлетворительно;</b> <b>61...73 – удовлетворительно;</b> <b>74... 90 – хорошо;</b> <b>91...100 – отлично</b>					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные, практические работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических и лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных и практических работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <p>- выполнение и защита пропущенной лабораторной или практической работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной или практической работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной или практической работы самостоятельно) – до 8 баллов.</p> <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

Рубежные контроли 1 и 2 проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.



Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 10 вопросов. На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 45 минут. Каждый вопрос оценивается в 2 балла.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Экзамен проводится в форме устного собеседования. Вопросы содержатся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На подготовку к ответу студенту дается минимум 45 минут.

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**

##### ***Примерный перечень вопросов к экзамену***

1. Вычисление рН в растворах сильных и слабых кислот и их смесей.
2. Характеристики буферных растворов (уровень рН, область буферирования, буферная ёмкость).
3. Равновесие реакции комплексообразования (константы устойчивости, доля иона металла и промежуточного комплекса, степень связывания иона в комплекс, функция образования и функция закомплексованности).
4. Условный потенциал. Влияние ионной силы, рН, окислитель (восстановитель) — слабая кислота. Влияние образования комплекса, осадка.
5. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа растворимости (термодинамическая, реальная, условная). Зависимость растворимости от различных факторов (от ионной силы, рН, от присутствия одноименного иона и комплексообразования).
6. Гравиметрия. Сущность, методы. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Ошибки гравиметрии. Механизм образования осадка. Виды загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
7. Классификация погрешностей (систематические, грубые, случайные). Правильность анализа, методы проверки и оценки правильности. Кривые Гаусса. Воспроизводимость.
8. Статистическая обработка результатов анализа (выявление грубых ошибок Q критерий, нахождение среднего, дисперсии, стандартного отклонения, доверительных границ).
9. Титриметрический анализ. Методы. Ошибки в титровании. Кривые титрования. Скачок титрования, факторы, влияющие на его величину. Погрешность титрования.
10. Кислотно-основное титрование. Алкалометрия. Ацидиметрия. Первичные, вторичные стандарты. Примеры определений.
11. Индикаторы кислотно-основного титрования. Область перехода окраски. Индикаторные ошибки.
12. Кривые титрования в кислотно-основном методе.
13. Редоксиметрия. Кривые титрования. Индикаторные ошибки.
14. Перманганатометрия. Условия определения. Примеры определений.
15. Хроматометрия, броматометрия, йоди- и йодометрия. Примеры определений.
16. Метод осаждения. Требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании. Кривые титрования, индикаторные ошибки.



17. Способы обнаружения конечной точки осадительного титрования (метод Мора, Гей-Люссака, Фаянса, Фольгарда).
18. Комплексометрия, хелатометрия, комплексонометрия. Комплексоны. Реальные константы устойчивости. Кривые титрования. Индикаторные ошибки.
19. Подготовка вещества к анализу. Генеральная, лабораторная, средняя проба. Отбор пробы из жидкости, газа, твердых веществ. Подготовка лабораторной пробы.
20. Методы разделения, их значение в анализе. Способы разделения путём изменения рН, образования комплексов, применение окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты.
21. Концентрирование веществ. Количественная оценка. Методы концентрирования (испарение, озоление, кристаллизация, соосаждение).
22. Основы экстракции как метода анализа и концентрирования. Количественные характеристики экстракции.
23. Понятие о хроматографических методах анализа. Количественные характеристики хроматографии. Газовая и жидкостная хроматография. Практическое применение хроматографических методов анализа.
24. Ионообменная хроматография. Ионообменные смолы. Катиониты и аниониты. Характеристики ионного обмена.
25. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостной хроматограммы: восходящая, нисходящая, круговая, двумерная. Реагенты для проявления хроматограмм.
26. Классификация спектроскопических методов.
27. Атомно-эмиссионные методы. Основа методов. Природа и происхождение атомно-эмиссионных спектров. Практическое применение.
28. Атомно-абсорбционный метод. Основы метода. Практическое применение.
29. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основные законы светопоглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Применение метода для определения концентрации веществ. Чувствительность и селективность метода.
30. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Основные закономерности молекулярной люминесцентной спектроскопии. Флуоресценция и фосфоресценция.
31. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация.
32. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Практическое применение ионметрии.
33. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования, способы обнаружения конечной точки титрования. Индикаторы. Преимущества метода. Практическое применение метода потенциометрического титрования.
34. Кулонометрия. Сущность метода. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Метрологические характеристики методов. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования. Практическое применение.
35. Вольтамперометрия, сущность метода. Вольтамперограмма, ее характеристика. Качественный и количественный анализ.

### ***Примерные варианты контрольной работы***

#### **1 вариант**

1. Рассчитайте рН 0,1М раствора хлорида аммония.
2. Напишите уравнения реакций открытия катионов 1-3 группы, укажите условия протекания реакций.
3. Какую навеску каменного угля, содержащего 4% серы, следует взять для анализа серы, если ее определяют в виде сульфата бария?



4. На титрование 20 мл раствора едкого кали с титром по соляной кислоте 0,07255 расходуется 18,40 мл раствора серной кислоты. Определите молярную концентрацию эквивалентов раствора серной кислоты.
5. При определении содержания основного продукта в хлориде аммония аммиак, выделенный из 0,5570 г навески, отогнан в 100 мл 0,1968 н раствора серной кислоты. По окончании отгонки раствор переведен в мерную колбу вместимостью 500 мл и доведен водой до метки. На титрование 25,00 мл этого раствора расходуется 24,50 мл раствора щелочи ( $\kappa=1,050$  к 0,02 н). Определите массовую долю хлорида аммония в образце.
6. В присутствии избытка  $\text{H}_2\text{O}_2$   $\text{Ti (IV)}$  образует желтый комплекс  $\text{Ti (H}_2\text{O}_2)^{2+}$ . Оптическая плотность раствора, содержащего 1 мг  $\text{Ti (IV)}$  в 50,0 мл и избыток  $\text{H}_2\text{O}_2$  при 410 нм равна 0,27 ( $l=2$  см). Рассчитайте значения молярного коэффициента поглощения комплекса  $\text{Ti (H}_2\text{O}_2)^{2+}$ .

#### 2 вариант

1. Рассчитайте pH 0,1м раствора ацетата натрия.
2. Напишите уравнения реакций открытия катионов II группы. Укажите условия протекания реакций.
3. Какой объем раствора аммиака с массовой долей равной 10% и плотностью 0,958 г/см<sup>3</sup> надо взять для растворения навески оксида меди массой 0,3 г? Избыток аммиака примите равным 200%.
4. Слиты вместе 25 мл раствора серной кислоты ( $\kappa = 1,002$  к 0,05 н) и 5,23 мл раствора едкого кали ( $\kappa = 0,9350$  к 0,03 н). Определите титр кислоты в полученном растворе.
5. Для определения азота в удобрении азот из навески массой 0,8965 г превращен в аммиак. Аммиак отогнан в 100 мл раствора серной кислоты, титр которого 0,009185. На титрование избытка кислоты израсходовано 30,25 мл раствора NaOH ( $\kappa = 1,200$  к 0,2 н). Определите массовую долю азота в образце.
6. Молярный коэффициент поглощения комплекса  $\text{Be}$  с ацетилацетоном ( $\text{Acac}$ ) при  $\lambda=295\text{нм}$  равен  $3,16 \cdot 10^4$  л/моль.см<sup>3</sup>. Какое минимальное содержание бериллия (в процентах по массе) можно определить из навески 1,000г, растворенной в 100,0мл, при измерении оптической плотности на спектрофотометре при  $l=10,0\text{см}$ . Минимальное значение оптической плотности, которое можно измерить с необходимой точностью, считать равным 0,010.

#### 3 вариант

1. Рассчитайте pH 0,1М раствора аммиака.
2. Напишите уравнения реакций открытия катионов III группы. Укажите условия протекания реакций.
3. Какой объем 2н. раствора гидроксида натрия потребуется для растворения навески алюминия массой 0,5 г при 100%-ном избытке растворителя?
4. Для нейтрализации 25мл 0,1050н. раствора едкого кали прибавлено 15 мл раствора соляной кислоты ( $\kappa = 1,100$  к 0,1н.) и 20мл раствора серной кислоты ( $\kappa = 0,9950$  к 0,05н.). Какую среду имеет полученный раствор? Ответ подтвердите расчетами.
5. Определите постоянную жесткость воды, если известно, что после действия на 100мл воды 10,00мл 0,11н. раствора карбоната натрия и выпаривания раствора, на обратное титрование избытка карбоната израсходовано 6,20мл 0,1н. раствора соляной кислоты.
6. При определении железа в виде моносульфосалицилатного комплекса пропускание раствора, содержащего 0,115мг металла в 25,0мл раствора, равно 54,5% при толщине поглощающего слоя  $l = 2,00\text{см}$ . Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса.

### 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. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва: Химия, 2000. - 328 с.
2. Дорохова Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва: Мир, 2001. - 267с.
3. Мостальгина Л.В. Аналитическая химия: справочное пособие /Л. В. Мостальгина, Л. В. Кораблева. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2006. - 95 с.
4. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Учеб. для вузов/ Под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 1999. -351, 494с.
5. 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.: Высшая школа, 2001. - 464с.
6. Основы аналитической химии: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва: Высшая школа, 2002. - 412 с.
7. Систематические и случайные погрешности химического анализа: учебник для вузов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия/ М.С. Черновьянц, И.Н. Щербаков, О.И. Аскалепова, И.В. Евлашенко; ред. М.С. Черновьянц. - Москва: Академкнига, 2004. - 160 с

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

1. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Агрохимия и почвоведение» / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.
2. Михалева М.В. Практикум по качественному химическому полумикроанализу: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 032300 (050101) - химия / М. В. Михалева, Б. В. Мартыненко. - Москва : Дрофа, 2007. - 237с.
3. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012. -348с.

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

1. Кораблева Л.В. "Методические указания к выполнению контрольной работы и практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности "Фундаментальная и прикладная химия" 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 9с.
2. . Кораблева Л.В. "Методические указания к выполнению лабораторных работ по



аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 26с.

3. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению контрольной работы и для подготовки к практическим занятиям по аналитической химии химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, курганский государственный университет, 2016. - 40с.

4. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, курганский государственный университет, 2016, 40с.

5. Мосталыгина Л.В. Методические указания по подготовке, структуре и оформлению курсовой работы студентов специальности 04.05.01 “Фундаментальная и прикладная химия”, г.Курган, Курганский государственный университет, 2016, 29с.

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

1. Электронная химическая библиотека – <http://c-books.narod.ru/>
2. Электронная библиотека учебных материалов по химии – <http://www.chem.msu.su/rus/>
3. Сайт о химии – <http://www.xumuk.ru/>

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

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Информационные справочные системы:

ЭБС «Консультант студента» – <http://www.studmedlib.ru/>(вход зарегистрированным пользователям).

ЭБС «Знаниум» – <https://znanium.com/>.

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

Компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

### **12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, 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 по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.



Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Аналитическая химия»**

образовательной программы высшего образования –  
 программы бакалавриата  
**19.03.01 – Биотехнология**  
 Направленность:  
**Биотехнология**

Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часов)  
 Семестр: 2 (очная форма обучения), 2 (заочная форма обучения)  
 Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Введение в аналитическую химию. Типы реакций и процессов в аналитической химии. Кисотно-основное равновесие. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование. Комплексные соединения в аналитической химии. Осадительное титрование. Окислительно-восстановительные системы в аналитической химии. Метрологические основы аналитической химии. Методы выделения, разделения и концентрирования в аналитической химии. Пробоотбор и пробоподготовка. Введение в электрохимические методы анализа. Введение в спектроскопические методы анализа