



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра аналитической химии, кафедра физической и коллоидной химии



Рабочая программа дисциплины Б1.О.14.3

Наименование дисциплины:  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки «Биохимия», «Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Микробиология», «Общая ботаника», «Физико-химическая биология и биотехнология», «Физиология».

Квалификация выпускника – БАКАЛАВР

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета  
Протокол № 1 от «30» 08 2022 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой аналитической химии, кафедрой физической и коллоидной химии:

Протокол № 4 от «13» мая 2022 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Пройдаков А.Г

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Белых Л.Б.

Иркутск 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины.....	5
4	Содержание и структура дисциплины.....	6
4.1	Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	6
4.2	План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	7
4.3	Содержание учебного материала .....	10
4.4	Примерная тематика курсовых работ (проектов) ( <i>при наличии</i> ).....	16
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....	16
5.1	Основная литература .....	16
5.2	Дополнительная литература .....	16
5.3	Периодические издания (при необходимости) .....	17
5.4	Список авторских методических разработок.....	17
5.5	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	17
6	Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	18
6.1	Учебно-лабораторное оборудование: .....	18
6.2	Программное обеспечение.....	18
6.3	Технические и электронные средства.....	19
7	Образовательные технологии.....	19
8	Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	19
8.1	Общие сведения .....	19
8.2	Вопросы для собеседования, примеры контрольных работ, примеры вопросов к зачету.....	19
8.3	Критерии оценивания результатов обучения.....	25

## ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

ВО – высшее образование;

з.е. – зачетная единица, равная 36 академическим часам;

ИДК – индикатор достижения компетенции;

Компетенция – (от лат. *competentia* «согласие; соразмерность» от *competere* «соответствовать, подходить») в рамках ФГОС ВО нестрого определенный термин, выражающий требование(требования) к результатам освоения программы бакалавриата выпускниками, освоившими программу бакалавриата, разрабатываемой и утверждаемой образовательной организации высшего образования самостоятельно в соответствии с ФГОС ВО; представлены в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;

Направленность – устанавливаемый образовательной организации высшего образования профиль программы бакалавриата, который соответствует направлению подготовки в целом или конкретизирует содержание программы бакалавриата в рамках направления подготовки путем ориентации ее на: область (области) профессиональной деятельности и сферу (сферы) профессиональной деятельности выпускников; тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников; при необходимости - на объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;

Профиль – синоним направленности, в рамках ФГОС ВО написан в скобках по отношению к направленности;

ОС – оценочные средства;

ПА – промежуточная аттестация (форма);

ПК – профессиональные компетенции;

ПС – профессиональный стандарт;

РПД – рабочая программа дисциплины;

ТК – средства текущего контроля;

УК – универсальные компетенции;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

ЭИОС – электронная информационная образовательная система.

## **1 Цели и задачи дисциплины**

Цель: изучение теории и практических основ аналитической химии, количественного анализа и формирование понимания роли аналитической химии в системе наук естественнонаучного профиля, ознакомить студентов с основными направлениями развития физической и коллоидной химии, теоретическими основами, возможностями и методическими подходами.

Задачи: в результате изучения данного курса студенты должны познакомиться с теоретическими основами и приемами пробоотбора и пробоподготовки, освоить основные закономерности равновесий и протекания различных типов химических реакций, овладеть титриметрическими методами анализа, ознакомиться с основами феноменологической химической термодинамики, элементами химической кинетики, электрохимии, иметь представление о свойствах и типах дисперсных систем, их устойчивости и коагуляции, закономерностях адсорбционных процессов

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Аналитическая, физическая и коллоидная химия» входит в число обязательных дисциплин вариативной части учебного плана (Б1.О.14.3). Для освоения дисциплины «Аналитическая химия, физическая и коллоидная химия» обучающиеся используют знания, умения, практические навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения предметов «Неорганическая химия», «Математика». Знание основ аналитической, физической и коллоидной химии необходимо студентам биолого-почвенного факультета для более углубленного изучения последующих дисциплин, таких как «Биохимия».

### 3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология»; перечень компетенций, индикаторов их достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине представлены в таблице ниже.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-6 Способен осуществлять в профессиональной деятельности анализ экспериментальных данных, выявлять имеющиеся связи и закономерности.	ИДК <sub>ОПК6.2</sub> . Умеет использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа, иметь представление об особенностях объектов анализа. - основные законы химической термодинамики, существо и принципы используемые при построении теоретических основ химической кинетики, электрохимии. Иметь представление о свойствах и типах дисперсных систем, их устойчивости и коагуляции, закономерностях адсорбционных процессов. <b>Уметь:</b> - проводить экспериментальные исследования по заданной методике, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе <b>Владеть:</b> - теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических - основами теоретических представлений феноменологической химической термодинамики, химической кинетики, электрохимии, коллоидной химии

#### 4 Содержание и структура дисциплины

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: *зачет*

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР, КО)	
					Лекция	Лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пробоотбор и пробоподготовка	3	2	—	1	-	—	1	Устная беседа
2	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	3	6	2	2	2	—	2	Устная беседа

3	Титриметрические методы анализа	3	8	4	2	4	—	2	Проверка отчетов по ЛР; проверка решения задач
4	Кислотно-основное титрование	3	10	6	2	6	—	2	Проверка отчетов по ЛР; проверка решения задач
5	Методы окислительно-восстановительного титрования.	3	10	6	2	6	—	2	Проверка отчетов по ЛР; коллоквиум
6	Основы химической термодинамики и термохимии	3		4	4	4	—	2	Проверка отчетов по ЛР; устная беседа
7	Химическая кинетика	3		4	2	4	—	2	Проверка отчетов по ЛР; устная беседа
8	Электродвижущие силы	3		4	2	4	—	2	Проверка отчетов по ЛР; устная беседа
9	Дисперсные системы и поверхностные явления	3		6	1	6	—	3	Проверка отчетов по ЛР; устная беседа
	Итого часов:	—	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	—	<b>18</b>	зачет

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная работа, \*в рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Введение. Пробоотбор и пробоподготовка	Работа с научной литературой	В соответствии с	1	Подготовка к устному собеседованию	См. список литературы №1,2

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	Работа с научной литературой (методические указания)	расписание м занятий	1	Подготовка к устному собеседованию	См. список литературы №1,2
3	Титриметрические методы анализа	Работа с научной литературой (методические указания)		1	Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР	См. список литературы №1,2
3	Кислотно-основное титрование	подготовка к коллоквиуму №1		1	Написание отчетов по ЛР	См. список литературы № 1,2
3	<u>Методы окислительно-восстановительного титрования.</u>	подготовка к коллоквиуму №2		1	подготовка к собеседованию	См. список литературы №1,2
3	Основы химической термодинамики и термохимии	Работа с литературой		1	Написание отчетов по ЛР	См. список литературы №3,4; Методические указания ИГУ «Термохимия»
3	Химическая кинетика	Работа с литературой		1	Написание отчетов по ЛР	См. список литературы №3,4; Методические указания ИГУ «Кинетика и катализ»
3	Электродвижущие силы	Работа с литературой		1	Написание отчетов по ЛР	См. список литературы №3,4; Практические работы по электрохимии: учебное пособие, ИГУ, 2013



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Дисперсные системы и поверхностные явления	Работа с литературой		1	Написание отчетов по ЛР	См. список литературы №3,4. Коллоидная химия, методические рекомендации, ИГУ, 2003
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>9</b>		

*Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.*

*Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплинам (модулям) включает в себя:*

*занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, обучающимся), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), групповые консультации,*

*индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (в том числе индивидуальные консультации);*

*иную контактную работу (при необходимости), предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях, определяемую организацией самостоятельно.*

## **4.3 Содержание учебного материала**

### **4.3.1 Содержание разделов и тем дисциплины**

#### **1. Введение. Пробоотбор и пробоподготовка**

Предмет аналитической химии, его структура, место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа.

Представительность пробы; проба и объект анализа, проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Первичная обработка и хранение проб.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

#### **2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии**

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования и осаждения.

2.1. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Кислотные и основные свойства растворителей. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

2.2. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Направление реакций окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

#### **3. Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии.

Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

#### **4. Кислотно-основное титрование**

Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы метода нейтрализации.

#### **5. Методы окислительно-восстановительного титрования.**

Перманганатометрия. Первичные и вторичные стандарты. Условия проведения перманганатометрических определений.

#### **6. Основы химической термодинамики и термохимии**

6.1 Основные термодинамические понятия и определения. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к физическим системам для различных процессов. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Стандартное состояние и стандартные тепловые эффекты. Различные методы вычисления тепловых эффектов химических реакций. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.

6.2 Второй закон термодинамики, его формулировки и аналитическое выражение. Понятие об энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность. Энтропия как термодинамический критерий самопроизвольности процессов в изолированной системе.

6.3 Расчет изменения энтропии в простейших равновесных процессах. Постулат Планка. Изменение энтропии при химических реакциях.

6.4 Термодинамические потенциалы: изохорно-изотермический и изобарно-изотермический потенциалы. Связь с максимальной работой процесса. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии самопроизвольности процессов и равновесия.

6.5 Химическое сродство. Различные выражения для констант равновесия. Уравнение изотермы реакции. Анализ изотермы Вант-Гоффа. Стандартный изобарно-изотермический потенциал - как мера химического сродства.

#### **7. Химическая кинетика**

Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. Основной постулат химической кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Константа скорости. Кинетические уравнения реакций первого и второго порядков. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, методы ее определения.

#### **8. Электродвижущие силы**

Причины возникновения разности потенциалов на различных межфазных границах раздела. Нернстовский, диффузионный и контактный потенциалы. Уравнение Нернста. Водородный электрод. Стандартные электродные потенциалы. Типы обратимых электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Основное уравнение ЭДС гальванического элемента

## 9. Дисперсные системы и поверхностные явления

9.1 Коллоидная химия. Основные понятия и определения дисперсных систем: дисперсионная среда, дисперсная фаза, дисперсность. Классификация дисперсных систем. Способы получения дисперсных систем: методы диспергирования и конденсации.

9.2 Поверхностные свойства дисперсных систем: свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ.

### 4.3.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы), практическая подготовка	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	Кислотно-основное титрование	Беседа о технике лабораторных работ	1	Устная беседа	ОПК-6
2		Вводная беседа. Посуда, техника работы в лаборатории титриметрического анализа. Способы выражения концентрации.	2	Решение задач на приготовление растворов	
3		Приготовление 500 мл 0,1 н раствора HCl и 250 мл. 0,1н. раствора карбоната натрия.	1	Отчет по ЛР	
4		Установление коэффициента поправки рабочего раствора HCl по 0,1 н раствору Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1	Решение теоретических задач Отчет по ЛР	
5		Установление коэффициента поправки рабочего раствора NaOH по 0,1 н раствору HCl	1	Отчет по ЛР	
6		Определение массы уксусной кислоты в растворе, ее титра и нормальности.	2	Отчет по ЛР	
7					

8		Решение задач на расчет результатов анализа, расчет pH растворов сильных и слабых кислот, буферных растворов.	3	Контрольная работа Коллоквиум по методу кислотно-основного титрования	
9	Методы окислительно-восстановительного титрования	<i>Метод перманганатометрии</i>			
12		Установление нормальности и коэффициента поправки рабочего раствора $\text{KMnO}_4$ по 0,05 н раствору $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	Отчет по ЛР	ОПК-6
13		Определение содержания $\text{Fe}^{2+}$ в растворе	1	Отчет по ЛР	
14		Определение содержания $\text{NO}_2$ в колбасных изделиях	1	Отчет по ЛР Решение теоретических задач Колоквиум «Окислительно-восстановительное равновесие»	
15					
16	Основы химической термодинамики	Определение теплоты образования кристаллогидратов солей	4	Устная беседа, письменный отчет о выполненной ЛР	
17	Химическая кинетика	Определение константы скорости реакции омыления сложного эфира щелочью (методом титрования)	4	Устная беседа, письменный отчет о выполненной ЛР	ОПК-6

18	Электродвижущие силы	Окислительно-восстановительные цепи	4	Устная беседа, письменный отчет о выполненной ЛР	ОПК-6
19	Дисперсные системы и поверхностные явления	Поверхностное натяжение водных растворов поверхностно-активных веществ; Адсорбция на поверхности раздела твердое тело – раствор	6	Устная беседа, письменный отчет о выполненной ЛР	ОПК-6

#### 4.3.3 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	ИДК
1	2	3	4	5
Пробоотбор и пробоподготовка	Работа с литературой	Подготовка к устному собеседованию	См. список лит-ры №1,2	ИДК опк-6.2
Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	Работа с литературой	Подготовка к устному собеседованию	См. список лит-ры №1,2	
Титриметрические методы анализа	Работа с литературой	Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР	См. список лит-ры №1,2	
Кислотно-основное титрование	подготовка к коллоквиуму №1	Написание отчетов по ЛР	См. список лит-ры №1,2	
Методы окислительно-восстановительного титрования.	подготовка к коллоквиуму №2	подготовка к собеседованию	См. список лит-ры №1,2	
Основы химической термодинамики и термохимии	Работа с литературой	Написание отчетов по ЛР. Подготовка к устному опросу (см. вопросы	См. список лит-ры №3,4.	

		текущего контроля)		
Химическая кинетика	Работа с литературой	Написание отчетов по ЛР. Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля)	См. список литературы №3,4.	
Электродвижущие силы	Работа с литературой	Написание отчетов по ЛР. Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля)	См. список литературы №3,4.	
Дисперсные системы и поверхностные явления	Работа с литературой	Написание отчетов по ЛР. Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля)	См. список литературы №3,4.	

#### 4.3.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовке к коллоквиумам и устному собеседованию, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Название работы
2. Цель работы.
3. Ход работы.
4. Химическая реакция.
5. Выполнение расчетных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
6. Вывод (на основе полученных результатов).

Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках. Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных

данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения).

- 1 Шмидт А.Ф., Скрипов Н.И. Кинетика и катализ (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. – 42 с.
- 2 Белова М.В., Губайдулина О.В., Суслов Д.С. Практические работы по электрохимии (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2013. – 144 с.
- 3 Быков М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных / М.В. Быков, Д.С. Суслов, В.С. Ткач – Иркутск: изд-во ИГУ, 2015. – 100 с. (50 экз).
- 4 Белых Л.Б. Коллоидная химия / Л.Б. Белых – Иркутск: изд-во ИГУ, 2003. – 46 с. (200 экз).

#### **4.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

*Не предусмотрено.*

### **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **5.1 Основная литература**

1. Хаханина Т.И., Никитина Н.Г. Аналитическая химия: (электронный ресурс): учеб.пособие для бакалавров 3-е изд. испр. и доп. Изд. ООО «ИД Юрайт», 2012.Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех»
2. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. (электронный ресурс): учеб.пособие/Ю.А. Карпов, 2-е изд.-М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012.Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех»"
3. Еремин, В. В. Основы физической химии. Теория и задачи. Часть 1 [Электронный ресурс] / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с. - (Учебники для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2106-3
4. Еремин, В. В. Основы физической химии. Теория и задачи. Часть 2 [Электронный ресурс] / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 263 с. - (Учебники для высшей школы). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2107-0

#### **5.2 Дополнительная литература**

1. Кудряшева, Н.С. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. для бакалавров, учеб. для студ. вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. - ЭБК. - М. : Юрайт, 2012. - (Бакалавр). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-1293-7
2. Белова, М.В. Практические работы по электрохимии [Текст] : учеб. пособие / М. В. Белова, О. В. Губайдуллина, Д. С. Суслов ; рец.: В. С. Ткач, В. В. Смирнов ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 144 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 141-142. - ISBN 978-5-9624-0911-5 : 15 экз.



3. Быков, М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных [Текст] : учеб. пособие / М. В. Быков, Д. С. Суслов, В. С. Ткач ; рец.: А. И. Вильмс, И. С. Петрушин ; Иркут. гос. ун-т, Хим. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. - 91 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1292-4 : 9 экз.

### **5.3 Периодические издания (при необходимости)**

нет необходимости;

### **5.4 Список авторских методических разработок**

В ЭИОС ИГУ (<https://educa.isu.ru/course/view.php?id=47420>) размещены методические указания к лабораторным работам:

- 1 Шмидт А.Ф., Скрипов Н.И. Кинетика и катализ (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. – 42 с.
- 2 Белова М.В., Губайдулина О.В., Суслов Д.С. Практические работы по электрохимии (методические рекомендации к практикуму). Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2013. – 144 с.
- 3 Быков М.В. Математическая и графическая обработка физико-химических данных / М.В. Быков, Д.С. Суслов, В.С. Ткач – Иркутск: изд-во ИГУ, 2015. – 100 с. (50 экз).
- 4 Макаров В.А. Термохимия / В.А. Макаров – Иркутск: изд-во ИГУ, 2003. – 36 с.
- 5 Белых Л.Б. Коллоидная химия / Л.Б. Белых – Иркутск: изд-во ИГУ, 2003. – 46 с.

(200 экз).

### **5.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1 <http://www.msu.ru/libraries/>

Данный интернет источник – сайт научной библиотеки Московского государственного университета.

- 2 <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html>

Данный интернет источник – сайт Московского государственного университета (страница кафедры физической химии), на котором представлены

- 3 <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>

Данный интернет источник – сайт Южного федерального университета (страница кафедры физической химии), на котором представлены лекции С. И. Левченкова по физической и коллоидной химии, программа курса и литература

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 6.1 Учебно-лабораторное оборудование:

Занятия проводятся в специализированных лабораториях аналитической (ауд. 232 и 233) и физической и коллоидной химии (ауд. 308, 309, 313) 6 корпуса ИГУ

- лабораторные практикумы аналитической (ауд. 232 и 233) и физической и коллоидной химии (ауд. 308, 309, 313), оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Аналитические весы	6
2.	Пипетки	каждому студенту
3.	Бюретки	каждому студенту
4.	Колбы для титрования	каждому студенту
5.	цилиндры	каждому студенту
6.	Мерные колбы	каждому студенту
7.	Иономер ЭВ-74	8
8.	РН- метр рН-410 комбинированный	3
9.	Ультратермостат UTU -4	4
10.	Мешалка с электроприводом ТУР ML -2	3
11.	Колориметр	6
12.	Сосуды Дьюара	4
13.	Магнитная мешалка	7
14.	Мешалка электрическая	9
15.	Вытяжной шкаф	6
16.	Сушильный шкаф СНОЛ -3,5	3
17.	Аппарат Киппа	2
18.	Медный электрод	6
19.	Цинковый электрод	2
20.	Платиновый электрод	7
21.	Хлорсеребряный электрод	8
22.	Термометр Бэкмана	17
23.	Электроплитка	10
24.	Электролитическая ячейка	7
25.	Торсионные весы WAGA TORSYINA - WT	3
26.	Весы тип КОА 10	1
27.	Технические весы ВЛТК -500	1
28.	Секундомер	8
29.	Термометр	10
30.	Штатив с пробирками	4
31.	Набор химической посуды ( плоскодонные колбы, стаканы, мерные колбы т.д.)	каждому студенту

### 6.2 Программное обеспечение

### **6.3 Технические и электронные средства**

—

## **7 Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины используются как формы обучения: технология объяснительно-иллюстративного объяснений, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

*Активные формы обучения.* На лабораторных занятиях, которые составляют более половины от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, практических навыков обращения и работы с различными химическими веществами и лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой, организации методики экспериментальных работ, составления протоколов отчетов химических экспериментов, а также практического подтверждения теоретических положений аналитической химии, термехимии, электрохимии, химической кинетики, коллоидной химии. Подготовка отчетов по каждой лабораторной работе формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках дисциплины, представлять результаты опытов и расчетных работ, грамотно формулировать выводы.

## **8 Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1 Общие сведения**

Оценочные средства (ОС):

Оценочные средства текущего контроля: проверка отчетов по лабораторным работам, коллоквиумы, устное собеседование.

### **8.2 Вопросы для собеседования, примеры контрольных работ, примеры вопросов к зачету**

Вопросы к коллоквиуму №1  
по теме "Кислотно-основное титрование"

1. Сущность титриметрического метода анализа (что такое титрование, первичные и вторичные стандарты, исходные вещества и требования, предъявляемые к исходным веществам.)

2. Способы титрования: прямое и обратное.

3. Способы выражения концентрации в титриметрии: молярность (M), нормальность (н или N), титр (T), титр по определяемому веществу ( $T_{A/B}$ ).

4. Расчет pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований.

5. Буферные растворы, буферная емкость, расчет pH буферных растворов.

6. Кривая титрования сильной кислоты сильным основанием. Вид кривой, факторы, влияющие на величину скачка pH, выбор индикатора.

7. Индикаторы метода нейтрализации, интервал перехода индикатора, показатель титрования индикатора.

8. Решение задач: приготовление растворов определенной концентрации, расчет результатов анализа, pH растворов.

#### Вопросы к коллоквиуму №2

#### *по теме «Окислительно-восстановительное титрование»*

1. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (реакции обнаружения, растворения осадков, применение в количественном анализе)

2. Стандартный потенциал, уравнение Нернста. Влияние стандартного потенциала на направление реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции.

3. Перманганатометрическое титрование. Рабочий и исходный растворы, влияние pH на протекание реакции. Расчет эквивалентов веществ, участвующих в реакции окисления-восстановления.

4. Решение задач.

#### Пример контрольной работы

Билет №1

Рассчитайте навеску NaOH, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 н раствора.

2. Рассчитайте pH раствора в 250 мл которого содержится 0,52 г HCOOH ( $K_{дис.}=10^{-4}$ )

3. Сколько граммов  $H_2C_2O_4$  содержится в растворе, если на его титрование затрачено 8,5 мл 0,1 Н раствора NaOH

4. В 100 мл раствора содержится 0,2 г NaOH. Рассчитайте титр, нормальность, молярность и титр данного раствора по HCl.

Билет №2

1. Сколько граммов  $\text{CH}_3\text{COOH}$  содержится в растворе, если на его титрование затрачено 8,5 мл 0,1 Н раствора  $\text{NaOH}$

В 200 мл раствора содержится 1,2 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Рассчитайте титр, нормальность, молярность и титр данного раствора по  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Рассчитайте навеску  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , необходимую для приготовления 250 мл 0,1 Н раствора.

4. Рассчитайте pH раствора в 250 мл которого содержится 0,365 г  $\text{HCl}$ .

Пример тестового задания

### **ВАРИАНТ 1.**

**Инструкция:** Выберите верный, по вашему мнению ответ.

- 1. Чаще всего в качестве стандарта для установления титра растворов кислот используют:**
  - а.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - б.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - в.  $\text{KOH}$
  - г.  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})\text{COOK}$  – гидрофталат калия
- 2. Интервал pH изменения окраски индикатора зависит от:**
  - а.  $K_{\text{дисс.}}$  индикатора
  - б. концентрации индикатора
  - в. интенсивности окраски индикатора
  - г. pH титруемого раствора
- 3. Точка нейтральности совпадает с точкой эквивалентности при титровании в водных растворах:**
  - а. слабой кислоты сильным основанием
  - б. слабого основания сильной кислотой
  - в. сильной кислоты сильным основанием
  - г. сильного основания слабой кислотой
  - д. сильной кислоты слабым основанием
- 4. Величина pH в точке эквивалентности больше 7 при титровании:**
  - а. сильной кислоты сильным основанием
  - б. слабой кислоты сильным основанием
  - в. слабого основания сильной кислотой
  - г. сильного основания сильной кислотой
- 5. Молярная масса эквивалента  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при титровании ее стандартным раствором  $\text{NaOH}$  с индикатором равна:**
  - а.  $M(\text{H}_2\text{SO}_4)/3$
  - б.  $M(\text{H}_2\text{SO}_4)/2$
  - в.  $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$
- 6. Молярная концентрация раствора это:**
  - а. количество г-молей вещества в 1000 мл раствора
  - б. количество г-молей вещества в 1 мл раствора
  - в. количество г. вещества в 100 мл раствора
  - г. количество г вещества в 1 мл раствора
- 7. Нормальная концентрация раствора:**
  - а. Масса (г) растворенного вещества в 1 мл раствора
  - б. количество моль-эквивалентов вещества в 1000 мл раствора
  - в. Отношение количества вещества молей в растворе к объему раствора
- 8. На величину скачка на кривой кислотно-основного титрования влияет:**
  - а. константы диссоциации кислоты и основания
  - б. концентрация титранта
  - в. концентрация определяемого вещества

г. все перечисленные факторы

**9. К буферным растворам можно отнести:**

- а. растворы, состоящие из слабого основания и его соли
- б. растворы, состоящие из сильной кислоты и ее соли
- в. раствор соли слабой кислоты и сильного основания
- г. растворы сильного основания и его соли

**10. Молярная масса эквивалента перманганата калия для реакций, протекающих в кислой среде равна:**

- а.  $M/4$
- б.  $M/5$
- в.  $M/2$
- г.  $M/3$

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ К ЗАЧЕТУ**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Основные стадии аналитических определений. Пробоотбор и его значение. Техника отбора представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
2. Способы разложения проб (мокрый и сухой).
3. Ионное произведение воды, рН.
4. Недостатки теории кислот и оснований Аррениуса. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури, ее достоинства, ограничения.
5. Вычисление рН растворов сильных и слабых кислот и оснований при достаточно высоких их концентрациях.
6. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость, ее зависимость от концентрации компонентов. Вычисление рН буферных растворов.
7. Окислительно-восстановительные реакции и основные аспекты использования их в аналитической химии, Стандартные потенциалы и уравнение Нернста. Влияние окислительно-восстановительных потенциалов на направление окислительно-восстановительных реакций.
8. Сущность титриметрического анализа. Основные понятия, используемые в титриметрии: титрование, первичные и вторичные стандарты, исходные вещества, момент эквивалентности, кривые титрования, индикаторы титрования.
9. Общие требования к реакциям, лежащим в основе титриметрических определений. Типы реакций, используемых в титриметрии, классификация методов титриметрии.
10. Способы титрования, примеры. Способы выражения концентрации в титриметрии. Коэффициент поправки. Исходные вещества в титриметрии и предъявляемые к ним требования. Способы установления концентрации растворов.
11. Теория кислотно-основных индикаторов. Интервал превращения индикатора, показатель титрования. Индикаторные ошибки, их расчет. Общий подход к выбору индикатора.
12. Факторы, определяющие величину скачка на кривой кислотно-основного титрования. Титрование сильных кислот сильным основанием и слабых кислот сильным основанием. Общий вид кривых титрования. Выбор индикатора.

13. Методы окисления-восстановления в титриметрии, их классификация.
14. Перманганатометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы, примеры определений.
15. Предмет физической химии. Составные части физической химии. Физическая химия, как теоретический фундамент современной химической науки, и ее влияние на смежные естественнонаучные направления.
16. Определение понятий: Термодинамика. Термодинамическая система. Типы термодинамических систем. Параметры состояния, основные параметры состояния, уравнение состояния идеального газа. Физический смысл универсальной газовой постоянной. Характеристика интенсивных и экстенсивных параметров. Энергия и внутренняя энергия (основные составные части). Работа, теплота процесса.
17. Первый закон термодинамики: классические формулировки. Интегральная и дифференциальная формы первого закона.
18. Приложение первого закона термодинамики к физическим процессам с участием индивидуального вещества (идеальные системы): 1) Средняя теплоемкость, удельная теплоемкость, истинная теплоемкость при  $V=\text{const}$  и  $P=\text{const}$ . Характеристика теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  для молекул идеального газа (одноатомных, двух- и трехатомных линейных, трехатомных линейных и многоатомных). Характер зависимости  $C_p=f(T)$  для органических и неорганических молекул. 2) Процесс, протекающий при  $T=\text{const}$ . Определение  $A$ ,  $Q$  и  $\Delta U$  в процессе изотермического расширения идеального газа. 3) Процесс, протекающий при  $V=\text{const}$ . Определение  $A$ ,  $Q$  и  $\Delta U$  в процессе изохорного нагревания идеального газа. 4) Процесс, протекающий при  $P=\text{const}$ . Определение  $A$ ,  $Q$  и  $\Delta U$  в процессе изобарного расширения идеального газа.
19. Приложение первого закона термодинамики к химическим процессам: 1) Понятие тепловых эффектов химической реакции при  $V=\text{const}$  и  $P=\text{const}$ . Закон Гесса. Стандартные условия. Теплота образования и теплота сгорания при стандартных условиях, отнесенных к 1-му молю индивидуального вещества. Определение тепловых эффектов химических реакций по стандартным теплотам образования или сгорания индивидуальных веществ. 2) Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры -  $\Delta H_T^0=f(T)$ . Интегральная форма уравнения Кирхгофа в 3-ей степени приближения.
20. Второй закон термодинамики: Введение энтропии – как новой термодинамической функции.
21. Примеры использования 2-го закона термодинамики для определения  $\Delta S$  в процессах с участием индивидуальных веществ: фазовые переходы, изотермическое расширение, нагревание при  $V=\text{const}$  или  $P=\text{const}$ .
22. Третий закон термодинамики (постулат Планка). Определние  $\Delta S_{298}^0$  и  $\Delta S_T^0$  химической

реакции.

23. Общая характеристика термодинамических потенциалов на примере свободной энергии Гельмгольца и Гиббса. Анализ уравнений  $dF \leq 0$  и  $dG \leq 0$  для выявления критериев направления и предела протекания самопроизвольного процесса. Характеристические функции и их естественные переменные (на примере свободной энергии Гиббса). Определение  $\Delta G$  в процессах с участием индивидуального вещества ( $T = \text{const}$ ,  $P = \text{const}$ , фазовые переходы в условиях равновесия).
24.  $\Delta G_T^0$  – как основная термодинамическая характеристика химической реакции, протекающей до конца. Методы определения  $\Delta G_{298}^0$  ( $\Delta G_{298}^0 = A_{\text{max}}$ ; по уравнению Гиббса-Гельмгольца; по  $\Delta G_{298}^0, f$  – из простых соединений). Зависимость  $\Delta G_T^0$  химической реакции от температуры, дифференциальная и интегральная формы уравнений.
25. Химическая кинетика. Понятие средней и истинной (в данный момент времени) скорости химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики. Понятия: частный и общий кинетический порядок реакции, молекулярность, константа скорости.
26. Анализ кинетического уравнения реакции первого порядка типа  $A \rightarrow B$ .
27. Анализ кинетического уравнения реакции второго порядка типа  $2A \rightarrow C + D$  и  $A + B \rightarrow C + D$ . При условии равенства исходных концентраций  $A$  и  $B$ .
28. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и методы ее определения (графический и аналитический).
29. Причины возникновения разности потенциалов. Общие представления о строении двойного электрического слоя (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна). Общие представления о потенциалах: электродном, диффузионной, контактном, мембранном).
30. Характеристика электродов 1-го рода, 2-го рода, окислительно-восстановительных. (Примеры). Уравнение Нернста и его применение для определения величины электродных потенциалов.
31. Основные понятия и классификация дисперсных систем по степени дисперсности, природе дисперсной фазы и дисперсионной среды, характеру сил межмолекулярного взаимодействия между ними.
32. Методы получения коллоидно-дисперсных систем: диспергационные и конденсационные (физические и химические). Методы очистки коллоидных растворов.
33. Мицеллярная теория строения коллоидных частиц лиофобных золей. Кинетическая и агрегативная устойчивость.
34. Основные правила коагуляции гидрофобных золей электролитами.
35. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление.



36. Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал. Влияние электролитов на величину дзета-потенциала.
37. Поверхностные свойства дисперсных систем: свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Правило Траубе-Дюкло.
38. Понятия адсорбция, положительная и отрицательная. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат. Абсорбция. Удельная адсорбция поверхностная концентрация.

### 8.3 Критерии оценивания результатов обучения

#### *Промежуточная аттестация - зачет*

Зачет выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объёме, ответил на вопросы текущего контроля, при выполнении контрольных работ по решению расчетных задач решил правильно 3 задания из 5, студент владеет необходимыми умениями и навыками, оформлены отчёты по всем лабораторным работам, выполнены задания по самостоятельной работе.

Лабораторная работа считается выполненной если:

- 1) предоставлен письменный отчет по лабораторной работе, выполненный по установленным требованиям;
  - 2) присутствует запись о выполнении работы в журнале преподавателя или присутствует подпись преподавателя в протоколе выполнения лабораторной работы студента.
- Во всех других случаях работа считается невыполненной. Ответственность за невыполнение установленного количества лабораторных работ полностью лежит на студенте.

Незачет ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: отдельные умения недостаточно устойчивы, основное содержание материала не усвоено; не полностью выполнены лабораторные работы и не представлены отчёты по лабораторным работам

#### **Разработчики:**



к.х.н., доцент А.Л. Бисикало



д.х.н., доцент Д.С. Суслов

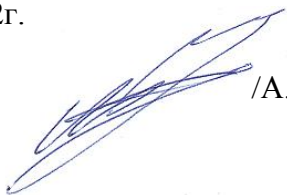
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению и профилю подготовки 06.03.01 «Биология» профилям: «Биохимия»,

«Зоология беспозвоночных», «Зоология позвоночных», «Микробиология», «Общая ботаника», «Физико-химическая биология и биотехнология», «Физиология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии и кафедры физической и коллоидной химии

Протокол № 4 «13» мая 2022г.

Зав. кафедрой, д.х.н., профессор



/А.Г. Пройдаков

И.о.зав. кафедрой, д.х.н., профессор



/ Л.Б. Белых /

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*