

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт биотехнологии и химического инжиниринга  
Кафедра фундаментальной и прикладной химии



Вобликова Т.В.  
2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
учебной дисциплины  
Физико-химические методы анализа  
  
по направлению подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**  
  
направленность (профиль)  
**Технология неорганических веществ**

СОГЛАСОВАНО  
Начальник отдела обеспечения  
деятельности ИБХИ  
Кондратьева Т.Н. Кондратьева  
« 05 » 06 2023 г.

Разработали  
директор ИБХИ  
Вобликова Т.В. Вобликова Т.В.  
« 29 » 05 2023 г.  
И.о. зав. кафедрой ФПХ  
Исаков В.А. Исаков В.А.  
« 29 » 05 2023 г.  
Принято на заседании кафедры  
Протокол № 9 от « 31 » 05 2023 г.  
и.о. зав. кафедрой ФПХ  
Исаков В.А. Исаков В.А.  
« 31 » 05 2023 г.

## 1 Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель учебной дисциплины** состоит в том, чтобы сформировать у студентов владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Задачи

- изучение теоретических основ качественного и количественных методов анализа;
- приобретение навыков пробоотбора и пробоподготовки;
- изучение методов разделения и концентрирования;
- уровней градуировки и выбора стандартов;
- приобретение навыков правильного выбора метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

## 2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): математики, физики, общей и неорганической химии, органической химии, аналитической химии.

Освоение учебного модуля является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): физическая химия, коллоидная химия, и т.д.

## 3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебного модуля:

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Результаты освоения учебного модуля представлены в табл. 1

Таблица 1 – Результаты освоения учебного модуля:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК – 2.1. Знать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики при планировании работ химической направленности	ОПК – 2.2. Уметь интерпретировать результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	ОПК – 2.3. Владеть методами обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК – 5.1. Знать существующие и разрабатываемые новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	ОПК – 5.2. Уметь работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	ОПК – 5.3. Владеть методами исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования

## 4 Структура и содержание учебного модуля

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

#### 4.1.1 Трудоемкость учебного модуля для очной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам	
		4	5
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	8	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	112	56	56
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	176	88	88
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен)</i>	ДЗ	ДЗ	

#### 4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для заочной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам	
		5	6
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	8	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	32	16	16
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	256	128	128
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен)</i>	ДЗ	ДЗ	

### 4.2 Содержание учебного модуля

#### *Раздел 1 Электрохимические методы анализа*

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимическая цепь (ячейки). Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (оммическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

#### *Потенциометрия*

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.

#### *Кондуктометрия*

Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.

Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.

#### *Вольтамперометрия*

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение

и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузный токи. Предельный диффузный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Восстановление и окисление органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная вольтамперометрия, переменноточковая вольтамперометрия, хроноамперометрия с линейной разверткой. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

#### *Другие электрохимические методы анализа*

Общая характеристика электрогравиметрических методов. Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Хронопотенциометрия – вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

### **Раздел 2 Оптические методы анализа**

#### *Спектроскопические методы анализа*

Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), рассеяние, поглощение. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Схемы электронных уровней молекулы. Основные и возбужденные электронные состояния. Особенности молекулярных спектров. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Характеристики спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила. Оптические материалы, применяемые для работ в различных областях спектра. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Систематические аппаратные искажения.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Использование спектров атомов и молекул в аналитической химии.

#### *Методы атомной оптической спектроскопии*

*Атомно-эмиссионный метод.* Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны,

индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

*Атомно-абсорбционный метод.* Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

#### *Методы атомной рентгеновской спектроскопии*

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгено-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; Особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

#### *Методы молекулярной оптической спектроскопии*

##### *Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).*

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

*Методы колебательной спектроскопии.* Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов.

Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использования.

*Молекулярная люминесцентная спектроскопия.* Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора.

Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

*Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа*

Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализа.

*Поляриметрический метод анализа*

Теоретические основы метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Аппаратура для поляриметрических измерений. Поляриметр круговой СМ-2. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Практическое применение поляриметрического анализа.

*Рефрактометрический метод анализа*

Теоретические основы метода. Преломление света на границе раздела двух фаз. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов. Поляризация и рефракция. Аппаратура для рефрактометрических определений. Практическое применение рефрактометрических измерений.

*Другие физические методы анализа*

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Общие представления о резонансных (ЭПР-, ЯМР-спектроскопия) и ядерных методах.

**Раздел 3 Хроматографические методы анализа**

*Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газотвердофазная) и газо-жидкостная хроматография.* Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

*Жидкостная хроматография.* Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

**Раздел 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка**

*Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии*

Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм; установление корреляций аналитических свойств с пространственным электронным строением реагентов, интермедиатов, продуктов аналитических реакций. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Персональные компьютеры. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).

*Пробоотбор и пробоподготовка*

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенной и гетерогенной природы. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

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.

#### *Основные объекты анализа*

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Аналитическая химия элементов. Основные методы выделения и определения элементов.

### 4.3 Трудоемкость разделов учебного модуля и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	В т.ч. СРС	Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущей о контрол я
		Аудиторная						
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
1	Раздел 1 Электрохимические методы анализа	2	2	12	2	22	КР№1 КЛ№1 Защита ЛР1-4	
2	Раздел 2 Оптические методы анализа	4	8	10	2	22	КЛ№2 Защита ЛР5-9	
3	Раздел 3 Хроматографические методы анализа	4	4	3	2	22	Защита ЛР10	
4	Раздел 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	4	0	3	2	22	Защита ЛР11-12	
	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет						
	<b>ИТОГО</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>88</b>		

#### 4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

##### 4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

1. Кондуктометрия
2. Потенциометрия и потенциометрическое титрование
3. Ионметрия
4. Вольтамперометрия
5. Молекулярная спектроскопия в видимой области
6. Молекулярная спектроскопия в УФ-области спектра
7. Пламенная фотометрия
8. Рефрактометрия
9. Поляриметрия
10. Жидкостная хроматография
11. Анализ природных и сточных вод
12. Определение токсинов в пищевых продуктах

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:  
не предусмотрено учебным планом

#### 5 Методические рекомендации по организации освоения учебного модуля

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1	Раздел 1 Электрохимические методы анализа (лекция - презентация)	2
2	Раздел 2 Оптические методы анализа (лекция - презентация)	4
3	Раздел 3 Хроматографические методы анализа (лекция - презентация)	4
4	Раздел 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка (лекция - презентация)	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>14</b>

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1	Электрохимические методы анализа (решение задач)	2
2	Методы атомной спектроскопии (решение задач)	2
3	Методы молекулярной спектроскопии (решение задач)	4
4	Поляриметрия, рефрактометрия (решение задач)	2
5	Хроматографические методы анализа (решение задач)	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>14</b>

№	Темы лабораторных занятий (форма проведения)	Трудоем-кость в АЧ
1	Кондуктометрия	3
2	Потенциометрия и потенциометрическое титрование	3
3	Ионметрия	3
4	Вольтамперометрия	3
5	Молекулярная спектроскопия в видимой области	2
6	Молекулярная спектроскопия в УФ-области спектра	2
7	Пламенная фотометрия	2
8	Рефрактометрия	2
9	Поляриметрия	2
10	Жидкостная хроматография	3
11	Анализ природных и сточных вод	1
12	Определение токсинов в пищевых продуктах	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>28</b>

## 6 Фонд оценочных средств учебного модуля

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

## 7 Условия освоения учебного модуля

### 7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебного модуля представлено в Приложении Б.

### 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 10 – Материально-техническое обеспечение модуля

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1	Наличие специальной аудитории	учебная лаборатория
2	Мультимедийное оборудование	Проектор, компьютер, экран
3	Вытяжные шкафы	2 вытяжных шкафа
4	Настольное и напольное оборудование	6 островных лабораторных стола и 8 пристенных лабораторных столов
5	Шкаф с лабораторной посудой	2 шкафа с лабораторной посудой
6	Мойки	4 мойки
7	Сушильный шкаф	1 сушильный шкаф
8	Муфельная печь	1 муфельная печь
9	Аналитические весы	2 аналитических весов
10	рН-метр	2 рН-метра
11	Иономер	2 иономера
12	Вольтамперометрический анализатор	1 вольтамперометрический анализатор
13	Кондуктометр	1 кондуктометр
14	Фотоэлектроколориметр	2 фотоэлектроколориметра
15	Пламенный спектрофотометр	1 пламенный фотометр
16	Рефрактометр	1 рефрактометр
17	Поляриметр	1 поляриметр
18	Жидкостной хроматограф	1 жидкостной хроматограф
19	Программное обеспечение	
Наименование программного продукта	Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Антиплагиат. Вуз. *	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
MS Office 365	Безвозмездно передаваемое ВУЗам	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-
«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *	Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
* отечественное производство		

Приложение А  
(обязательное)  
**Фонд оценочных средств**  
**учебной дисциплины Физико-химические методы анализа**

### 1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

### 2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
	Контрольная работа №1	Раздел 1 Электрохимические методы анализа	30	ОПК-2 ОПК-5
	Коллоквиум №1		30	
	Коллоквиум №2	Раздел 2 Оптические методы анализа	30	
	Защита ЛР №1-4	Раздел 1 Электрохимические методы анализа	40	
	Защита ЛР № 5-9	Раздел 2 Оптические методы анализа	50	
	Защита ЛР № 10	Раздел 3 Хроматографические методы анализа	10	
	Защита ЛР № 11-12	Раздел 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	10	
	Дифференцированный зачет			
	<b>ИТОГО</b>		<b>200</b>	

### 3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 - Контрольная работа №1

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
одна задача – 5 баллов в соответствие с паспортом компетенции	11	6

#### ПРИМЕР

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

#### Контрольная работа №1

Учебный модуль: Физико-химические методы анализа

Для специальности: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) Технология неорганических веществ

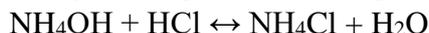
**Вариант 1**

1. При титровании 50 мл раствора, содержащего NaOH и NH<sub>4</sub>OH, 0,01н HCl получили следующие данные:

V <sub>HCl</sub> , мл	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\chi \cdot 10^4$ См/м	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08	15,13

Построить график кондуктометрического титрования и определить точки эквивалентности и рассчитать концентрацию (г/л) NaOH и NH<sub>4</sub>OH в исследуемом растворе.

2. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции:



3. Рассчитать pH раствора, если показания pH-метра, калиброванного по хлорсеребряному электроду при использовании каломельного электрода равен 5,0. Для хлорсеребряного электрода  $\varphi^0 = 201$  мВ; для каломельного –  $\varphi^0 = 247$  мВ.
4. Как влияет на электропроводность природа электролита и растворителя?
5. При титровании 20 мл раствора H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, содержащего примесь KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,1н раствором NaOH были получены следующие данные:

V, мл	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	10,0	12,0	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	17,0
pH	3,0	3,3	3,6	4,3	5,8	6,1	6,7	7,2	7,8	8,1	8,6	9,5	9,8	10,5

Рассчитать концентрации H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> в растворе.

6. Рассчитать pH раствора по следующим экспериментальным данным:



Таблица А.3 - Коллоквиум №1

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
теоретический вопрос – 15 баллов в соответствии с паспортом компетенции	15	2
задача – 15 баллов в соответствии с паспортом компетенции		

**ПРИМЕР****Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

**Коллоквиум №1**

Учебный модуль: Физико-химические методы анализа

Для специальности: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) Технология неорганических веществ

**Вариант 1**

1. Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
2. Рассчитать pH раствора, если ЭДС = 0,498 В

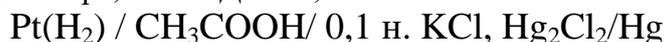


Таблица А.4 - Коллоквиум №2

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
каждый вопрос – 3 балла в соответствии с паспортом компетенции	15	10

### ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

#### Коллоквиум №2

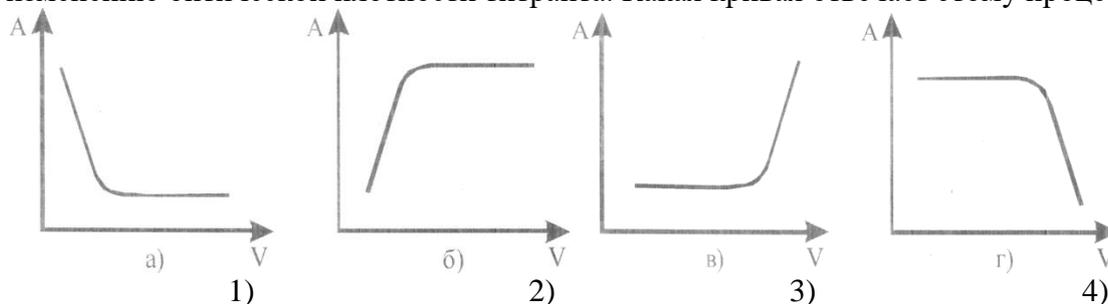
Учебный модуль: Физико-химические методы анализа

Для специальности: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) Технология неорганических веществ

#### Вариант 1

- Какое свойство используется в спектрофотометрических методах анализа?
  - 1) излучение света атомами вещества;
  - 2) поглощение света атомами вещества;
  - 3) поглощение света молекулами или ионами;
  - 4) рассеяние света частицами вещества.
- Каким соотношением связаны между собой оптическая плотность ( $A$ ) и коэффициент пропускания ( $T$ )?
  - 1)  $T = -\lg A$ ;
  - 2)  $A = -\lg T$ ;
  - 3)  $\lg T = \varepsilon \cdot l \cdot C$
  - 4)  $T = 10^{-\varepsilon/C}$ .
- При фотометрическом титровании  $\text{FeSO}_4$  раствором  $\text{KMnO}_4$  регистрацию ведут по изменению оптической плотности титранта. Какая кривая отвечает этому процессу?



- Как бы Вы оценили погрешность турбидиметрического метода по сравнению с гравиметрическим и фотометрическим методами?
  - 1) сравнима с погрешностью гравиметрического определения;
  - 2) сравнима с погрешностью фотометрического метода;
  - 2) больше, чем погрешность гравиметрического метода, но меньше, чем фотометрического;
  - 4) больше, чем в гравиметрии и фотометрии.
- Какой физический процесс лежит в основе эмиссионного спектрального анализа?
  - 1) энергетический переход внутренних электронов в молекуле;
  - 2) энергетический переход внешних электронов в молекуле;
  - 3) переход внешних электронов в атоме с возбужденного уровня на более низкий;
  - 4) переход внешних электронов в атоме с основного уровня на возбужденный.
- В каком методе количественной хроматографии строят графики зависимости высоты или площади пика от концентрации вещества и по ним определяют концентрацию анализируемого вещества?
  - 1) в методе простой нормировки;
  - 2) в методе нормировки с калибровочными коэффициентами;
  - 3) в методе абсолютной калибровки;
  - 4) в методе внутреннего стандарта.
- Каким уравнением описывается аналитическая функция метода высокочастотного титрования?
  - 1)  $\kappa = K \cdot C$ ;
  - 2)  $E = E_0 \pm S \cdot \lg a(x)$ ;
  - 3)  $I_d = K \cdot C$ ;
  - 4)  $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$ .
- Какой электрод следует использовать при потенциометрических определениях с участием реакций окисления-восстановления?
  - 1) хингидронный;
  - 2) водородный;
  - 3) каломельный;
  - 4) платиновый.
- При приготовлении серии стандартных растворов для градуировочного графика в ионометрии для разбавления используется раствор индифферентного электролита, а не вода: почему?

- 1) для поддержания постоянной ионной силы раствора;
  - 2) для сохранения постоянства pH;
  - 3) во избежание побочных реакций;
  - 4) для достижения определенной плотности раствора.
10. Значения  $E_{1/2}$  в 1 М растворе KCl равны: для  $Tl^{+}$  = -0,46 В, для  $Pb^{2+}$  = -0,39 В, для  $Ni^{2+}$  = -1,18 В. Какие из названных ионов можно идентифицировать с помощью полярограммы?
- 1) все ионы  $Tl^{+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ;
  - 2) два иона  $Tl^{+}$  и  $Ni^{2+}$ ;
  - 3) только один ион  $Ni^{2+}$ ;
  - 4) только один ион  $Pb^{2+}$ .

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б  
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения  
учебной дисциплины Физико-химические методы анализа**

Таблица 1 – Основная литература\*

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов ; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 653, [3] с. : ил. - Прил.: 611-647. - Указ.: с. 654. - ISBN 978-5-9704-2941-9. - ISBN 978-5-9704-2920-4 : (в пер.)	20	
2 Васильев В. П. Аналитическая химия: Сборник вопросов, упражнений и задач : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. П. Васильева. - 4-е изд., стер. – Москва : Дрофа, 2006. - 318, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Прил.: с. 300-316. - ISBN 5-358-01175-7 : 207.00. - ISBN 978-5-358-01175-5 : (в пер.)	20	
3 Васильев В. П. Аналитическая химия : учеб. для вузов : В 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 7-е изд., стер. – Москва : Дрофа, 2009. - 382, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 365. - Прил.: с. 366-370. - Указ.: с. 371-375. - ISBN 978-5-358-06606-9 : 277.00. - ISBN 978-5-358-06605-2 : (в пер.)	19	
Электронные ресурсы		
4 Физико-химические методы анализа "Электрохимические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И. В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 18 с. – URL: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991</a>		БиблиоТех
5 Физико-химические методы анализа "Оптические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И. В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 22 с. – URL: <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020</a>		БиблиоТех

Таблица 2 – Дополнительная литература

<i>Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)</i>	<i>Кол. экз. в библ. НовГУ</i>	<i>Наличие в ЭБС</i>
Печатные источники		
1 Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Высшая школа, 2002. - 411, [1] с. - Прил.: с. 397-409. - ISBN 5-06-004029-1 : (в пер.)	1	
Электронные ресурсы		
2 Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09460-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/511323">https://urait.ru/bcode/511323</a>		Юрайт

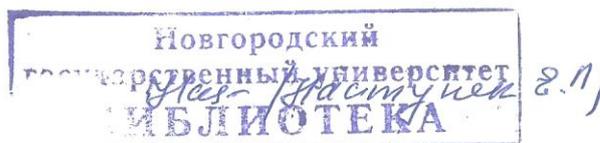


Таблица 3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
<b>Профессиональные базы данных</b>		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» <a href="https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/">https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/</a>	Договор от 17.12.2014 № БТ-46/11	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
<b>ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ).</b> Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
<b>ЭБС «Лань»</b> Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор от 23.12.2022 № 28/ЕП(У)22 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	01.01.2023-31.12.2023
<b>ЭБС «ЛАНЬ»</b> Универсальный ресурс	Договор от 09.11.2020 № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	09.11.2020 - 31.12.2023
<b>«ЭБС ЮРАЙТ <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a></b> Универсальный ресурс.	Договор от 23.12.2022 № 25/ЕП(У)22 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	01.01.2023 - 31.12.2023
<b>«Национальная электронная библиотека»</b> Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина <a href="https://www.prlib.ru/">https://www.prlib.ru/</a>	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	в открытом доступе	-
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <a href="http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/">http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/</a>	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» <a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	в открытом доступе	-
<b>Информационные справочные системы</b>		
Университетская информационная система «РОССИЯ» <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <a href="https://openedu.ru">https://openedu.ru</a>	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) <a href="http://www.consultant.ru/edu/">www.consultant.ru/edu/</a>	в открытом доступе	-

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Исаков  
« 31 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2023 г.

