

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра фундаментальной и прикладной химии



А.М. Козина

2016 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Учебный модуль по направлению подготовки бакалавров

44.03.05 – ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

(с двумя профилями подготовки)

Профили - БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

Рабочая программа

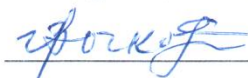
СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

 Л.Б. Даниленко
20 октября 2016 г.

Разработали

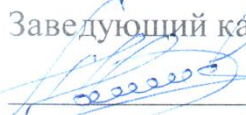
заведующий кафедрой ФПХ

 И.В. Зыкова
ст. преподаватель кафедры ФПХ

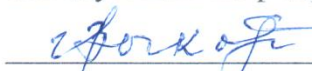
 Н.Ю. Масовер
20 октября 2016 г.

Принято на заседании кафедры ФПХ
Протокол № 2 от 21.10 2016 г.

Заведующий кафедрой БХХ

 Н.Н. Максимюк
20 октября 2016 г.

Заведующий кафедрой ФПХ

 И.В. Зыкова
24 октября 2016 г.

1 Цель и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) «Физико-химические методы анализа» - овладение студентом классическими и современными методами анализа веществ, способности к постановке эксперимента, анализу и оценке лабораторных исследований, необходимых для становления профессиональной компетентности будущего учителя химии, способного руководить работой учащихся на факультативных и кружковых занятиях по химии, исследовательской работой учащихся и другими видами внеурочной работы.

Задачи УМ «Физико-химические методы анализа», решение которых обеспечит достижение цели:

- усвоение системы знаний о теоретических основах и способах практического применения основных групп физико-химических методов анализа;

- освоение основных методик анализа физических и химических свойств веществ различной природы;

- приобретение опыта решения практических задач химических, биологических, экологических и др. исследований физико-химическими методами анализа;

- овладение техникой выполнения анализа методами потенциометрии, кондуктометрии, фотометрии, рефрактометрии.

2 Место учебного модуля в структуре ОП подготовки бакалавра

УМ «Физико-химические методы анализа» (БП.В.16) входит в *вариативную часть образовательной программы бакалавриата* (ОПБ) по направлению **44.03.05 Педагогическое образование** (с двумя профилями подготовки - **Биология и Химия**) (ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 44.03.05 – педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 91 от 09.02.2016г.). В базовом учебном плане направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия) УМ «Физико-химические методы анализа» тесно связан с модулями **«Физическая химия»** (БП.В.14) и **«Коллоидная химия»** (БП.В.15) и является логическим продолжением модуля **«Аналитическая химия»** (БП.В.13). Изучение данного модуля базируется на материале модулей химического профиля **«Неорганическая химия»** (БП.В.11) и **«Органическая химия»** (БП.В.12), а также на материале модулей **«Математика и информационные технологии в образовании»** (БЕ.Б.1), **«Физика»** (БП.В.10).

Требования к «входным» знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения дисциплины:

- владение химической терминологией, номенклатурой, символикой и понятийным аппаратом в объеме предшествующих химических дисциплин, умение использовать теоретические знания для решения практических задач по химии;

- готовность использовать основные понятия, законы и закономерности химии для решения практических задач химических, биологических, экологических и др. исследований физико-химическими методами анализа;

- готовность использовать основные понятия и законы физики, ее терминологию и символику, а также привлекать математический аппарат для решения задач исследования физических и химических свойств веществ различной природы.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ «Физико-химические методы анализа» направлен на формирование студентом одной из профессиональных компетенций. Согласно ОПБ по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия), в результате этого процесса будущий учитель химии *«владеет классическими и современными методами анализа веществ; способен к постановке эксперимента, анализу и оценке лабораторных исследований (СКХ-4)»*.

Согласно компетентностной модели выпускника, бакалавр должен обладать указанной профессиональной компетенцией на **базовом уровне**.

Требования к результатам освоения УМ «Физико-химические методы анализа» представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Требования к результатам освоения УМ «Физико-химические методы анализа»

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	В результате освоения УМ студент должен		
		знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5
СКХ-4	Повышенный	- теоретические основы важнейших групп физико-химических методов анализа; - способы практического применения наиболее распространенных физико-химических методов анализа (электрохимических, оптических, хроматографических);	- обоснованно осуществлять выбор метода анализа; - пользоваться аппаратурой и приборами (аналитическими весами, рН-метром, потенциометром, иономером, кондуктометром, фотоэлектроколориметром, рефрактометром);	- методами статистической обработки экспериментальных результатов химических и биологических исследований; - приемами проведения анализа методами потенциометрии, кондуктометрии, фотометрии, рефрактометрии;

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	В результате освоения УМ студент должен		
		знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5
		- специфические особенности, возможности и ограничения различных групп физико-химических методов анализа; - взаимосвязь различных методов анализа.	- проводить необходимые расчеты при проведении анализа.	- методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы.

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Трудоемкость УМ «Физико-химические методы анализа» при формировании профессиональной компетенции **СКХ-4** студентами дневной формы обучения на базовом уровне составляет **3 ЗЕТ** и приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Трудоемкость УМ «Физико-химические методы анализа» и формы аттестации для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		7 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108	СКХ-4
- лекции	18	18	
- практические занятия (семинары)	-	-	
в т.ч. аудиторная СРС	9	9	
- лабораторные работы	36	36	
- внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация: зачет			СКХ-4

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

4.2.1 Структура разделов учебного модуля:

Раздел 1 Общая характеристика физико-химических методов анализа

1.1 Основные группы ФХМА, их особенности и области применения.

1.2 Основные приемы, используемые в ФХМА

Раздел 2 Электрохимические методы анализа

2.1 Общая характеристика электрохимических методов анализа

2.2 Потенциометрические методы анализа

2.2.1 Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов

2.2.2 Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Электроды на ион водорода.

2.2.3 Электроды сравнения.

2.2.4 Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов.

2.2.5 Классификация ионселективных электродов.

2.2.6 Потенциометрическое титрование.

2.2.7 Аппаратура для потенциометрического анализа.

2.3 Кондуктометрические методы анализа

2.3.1 Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов.

2.3.2 Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности.

2.3.3 Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования.

2.3.4 Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.

Раздел 3 Оптические методы анализа

3.1 Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия)

3.1.1 Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорбции.

3.1.2 Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии.

3.1.3 Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы.

3.1.4 Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры. Двухлучевые фотоэлектроколориметры.

3.1.5 Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворах

3.2 Рефрактометрический метод анализа

3.2.1 Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов

3.2.2 Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца

3.2.3 Практическое применение метода рефрактометрии

Раздел 4 Хроматографические методы анализа

4.1 Теоретические основы хроматографического метода анализа
Классификация хроматографических методов.

- 4.2 Виды хроматограмм по механизмам разделения. Молекулярно-адсорбционная хроматография
- 4.3 Ионообменная хроматография. Осадочная хроматография
- 4.4 Распределительная хроматография. Окислительно-восстановительная хроматография
- 4.5 Особенности и виды высокоэффективной жидкостной хроматографии
- 4.6 Аппаратура для высокоэффективной жидкостной хроматографии
- 4.7 Теоретические основы хроматографического анализа газов. Принцип газовой хроматографии
- 4.8 Аппаратура для газовой хроматографии

4.2.2 Содержание теоретических занятий учебного модуля

Введение. Общая характеристика физико-химических методов анализа

Основные группы ФХМА, их особенности и области применения. Классификация ФХМА. Особенности ФХМА (низкий предел обнаружения, экспрессность, дистанционность, автоматизация, недеструктивность, локальность и др.). Области применения ФХМА.

Основные приемы, используемые в ФХМА. Аналитический сигнал, градуировочная характеристика, метрологические характеристики (чувствительность, диапазон определяемых содержаний, предел обнаружения). Метод прямых измерений (метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок). Методы титрования.

Раздел 1 Электрохимические методы анализа

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

Потенциометрические методы анализа

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.

Кондуктометрические методы анализа

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.

Раздел 2 Оптические методы анализа

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).

Теоретические основы фотометрических методов 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 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.

Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. 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.

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.

Раздел 3 Хроматографические методы анализа

Теоретические основы хроматографического метода анализа.

Классификация хроматографических методов. Основные принципы метода. Классификация по применяемым фазам, механизмам разделения и технике хроматографического анализа. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные теоретические положения. Концепция теоретических тарелочек, ее недостатки. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Качественный и количественный хроматографический анализ.

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.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзивная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

4.3 Лабораторный практикум

Целью лабораторного практикума является формирование экспериментальных умений и навыков, связанных с использованием наиболее распространенных физико-химических методов анализа для решения практических задач химических, биологических, экологических и др. исследований.

Тематика лабораторного практикума представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Тематика лабораторного практикума

<i>Номер раздела УМ</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Трудо-емкость, ак.час</i>
Раздел 1	Электрохимические методы. Кондуктометрия. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионметрия. Полярография	12
Раздел 2	Оптические методы анализа. Рефрактометрия. Поляриметрия. Фотоколориметрия. Флуориметрия.	12
	Оптические методы анализа. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный анализ.	6
Раздел 3	Хроматографические методы анализа. Высокоэффективная жидкостная хроматография.	6

4.5 Содержание самостоятельной работы

4.5.1 Аудиторная самостоятельная работа студентов

1 Углубление и конкретизация информации по разделам курса путем:

- выполнения необходимых расчетов по данным результатов проведенных анализов в ходе лабораторных работ;
- выполнения, при необходимости, графических работ в ходе лабораторных работ;
- выполнения заданий для контроля по каждой лабораторной работе.

2 Выполнение заданий в ходе контрольных работ по разделам модуля:

- Электрохимические методы анализа
- Оптические методы анализа

4.5.2 Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

1 Изучение отдельных вопросов раздела 4 «Хроматографические методы анализа»

2 Подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение отчетов о проделанных лабораторных работах и подготовка к их защите.

3 Подготовка к контрольным работам по разделам модуля:

- Электрохимические методы анализа
- Оптические методы анализа

4.6 Организация изучения учебного модуля

В основе организации изучения учебного модуля лежат следующие методологические подходы при отборе содержания, форм и методов его изучения: *компетентностный и личностно-деятельностный подходы*.

Планируемые результаты освоения модуля достигаются при использовании элементов следующих образовательных технологий:

1 Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим объемом знаний по физико-химическим методам анализа и свободное оперирование ими. Используется самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2 Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование экспериментальных умений и навыков, обеспечивающих владение современными методами анализа веществ и способность к постановке эксперимента, анализу и оценке лабораторных исследований. Деятельностные практико-ориентированные технологии реализуются при выполнении заданий прикладного характера, требующих решения задач химических, биологических, экологических и др. исследований.

3 Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет способностей студентов, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате выполнения заданий лабораторного практикума и, прежде всего, индивидуальных экспериментальных задач.

Методические рекомендации по организации изучения УМ «Физико-химические методы анализа» с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий приведены в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения УМ «Физико-химические методы анализа» осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета. Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля:

- **текущий** - регулярно в течение всего семестра;
- **семестровый (итоговый)**: учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за период изучения модуля.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования». Контрольно-оценочные средства, используемые в период изучения учебного модуля, приведены в доступной студенту части фонда оценочных средств, а также в методических рекомендациях по организации изучения учебного модуля (Приложение А).

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение УМ «Физико-химические методы анализа» представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В).

Дополнительная литература по модулю указана в методических рекомендациях по организации изучения учебного модуля УМ «Физико-химические методы анализа» (Приложение А).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса изучения УМ «Физико-химические методы анализа» необходимы:

- учебная аудитория с мультимедийным проектором – для проведения лекционных занятий с презентациями;
- аналитическая химическая лаборатория - для выполнения химического эксперимента.

Минимальный перечень оборудования химической лаборатории для проведения лабораторных работ по модулю «Физико-химические методы анализа» включает:

- химические реактивы (кислоты, щелочи, соли и т.д.);
- весы быстрого взвешивания РЗ-200;
- рефрактометр ИРФ-454;
- дистиллятор ДЭ-10;
- мешалка магнитная;
- фотоэлектроколориметр КФК-3;
- рН-метр;
- химическая посуда и приспособления;
- лабораторная мебель и оргсредства.

Приложения

А Методические рекомендации по организации изучения УМ «Физико-химические методы анализа» для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Б Технологическая карта УМ «Физико-химические методы анализа» для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

В Карта учебно-методического обеспечения УМ «Физико-химические методы анализа» для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Приложение А

Методические рекомендации по организации изучения
УМ «Физико-химические методы анализа»
для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Изучение каждого учебного элемента модуля «Физико-химические методы анализа» следует начинать с ознакомления с технологической картой его освоения (Приложение Б), обратив особое внимание на сроки изучения двух крупных разделов учебного модуля (разделов 2, 3). Каждый раздел изучается отдельным блоком и включает следующие этапы: *восприятие и осмысление* теоретического материала в ходе лекционных занятий → *овладение практическими способами действий* (умениями) в ходе лабораторных работ → *закрепление* изученного материала при подготовке к защите лабораторных работ → *повторение и систематизация* изученного материала при подготовке к контрольной работе.

Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть учебного модуля «Физико-химические методы анализа» направлена на освоение системы знаний о теоретических основах, сущности и практическом применении основных групп физико-химических методов анализа. Основное содержание теоретической части каждого раздела модуля излагается преподавателем на лекционных занятиях. Отдельные вопросы изучаются студентом в ходе самостоятельной работы при подготовке к лабораторным работам.

Теоретический материал по всем разделам модуля изложен в учебнике, приведенном в карте учебно-методического обеспечения модуля (приложение В), а также в следующих учебниках и учебных пособиях для вузов:

1 Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учеб. для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И.Фадеева и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2004. - 503 с.

2 В.П. Васильев Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.2: Физико-химические методы анализа: учебник / В.П. Васильев. - 7-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2009. – 384 с.

Методические рекомендации по выполнению лабораторного практикума

Методические рекомендации по выполнению лабораторного практикума в полной мере приведены пособиях, указанных в карте учебно-методического обеспечения модуля (приложение В). Подготовку к защите лабораторных работ студент может проверить по заданиям в тестовой форме, приведенным в пособии:

Гусакова Н.Н. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / Н.Н. Гусакова, Т.В. Холкина, О.Г. Хтеранович; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2007. - 224 с.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента занимает значительное место в освоении им УМ «Физико-химические методы анализа». Здесь особое место занимает подготовка к контрольным работам по разделам модуля:

- Электрохимические методы анализа;
- Оптические методы анализа.

Контрольные работы являются средством проверки умений *применять* теоретические знания для решения практических задач определенного типа по разделам учебного модуля. Поэтому подготовка к контрольным работам включает не только повторение ранее изученного теоретического материала и типовых способов действий (алгоритмов решения задач определенного типа), но и самостоятельное упражнение в решении задач по соответствующим разделам. Конечно, первичное закрепление умений решать задачи по тому или иному разделу учебного модуля осуществляется при выполнении контрольных заданий к лабораторным работам. Однако для наилучшего освоения умений такого рода следует дополнительно самостоятельно решать задачи, уделяя особое внимание тем типам задач, которые при первичном закреплении вызывали некоторые затруднения. В пособиях, указанных в карте учебно-методического обеспечения модуля (приложение В), приведены примеры решения типовых задач, а также условия задач для самостоятельного решения (с ответами) по каждому разделу. Помимо этого, подробные решения типовых задач и условия задач для самостоятельного решения приведены в пособиях:

1 Васильев В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач: Пособие для вузов / В.П. Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова; под ред. В.П. Васильева. - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006. – 320 с.

2 Моногарова О. В. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб пособие: для вузов / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова; под ред. Т. Н. Шеховцевой; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с.

Для выполнения контрольных задания по контрольной работе 1 необходимо знать теоретическую и практическую часть вопросов раздела 2 «Электрохимические методы анализа»:

- 1** Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов
- 2** Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Электроды на ион водорода.
- 3** Электроды сравнения.
- 4** Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов.
- 5** Классификация ионселективных электродов.
- 6** Потенциометрическое титрование.
- 7** Аппаратура для потенциометрического анализа.
- 8** Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов.

9 Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности.

10 Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования.

11 Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.

Пример варианта контрольной работы 1:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Контрольная работа №1

Для направления подготовки: **44.03.05 – Педагогическое образование**

(с двумя профилями подготовки - **Биология и Химия**)

Вариант 0

1 По результатам измерения электродного потенциала фторидселективного электрода в растворах 1, 2, 3 и данным, приведенным в таблице, рассчитайте активность фторид-ионов в растворе 3. Все измерения проведены при 25 °С.

Раствор	$C_m(\text{NaF})$, моль·л ⁻¹	$C_m(\text{Na}_2\text{SiO}_3)$, моль·л ⁻¹	E, мВ	I	γ
1	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-	100	0,01	F ⁻ : 0,88
2	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	93	0,04	F ⁻ : 0,84; SiO ₃ ²⁻ : 0,45
3	$a(\text{F}^-) - ?$	$a(\text{SiO}_3^{2-}) = 2,0 \cdot 10^{-2}$	60		

2 В стандартных растворах NaF были измерены электродные потенциалы фторидселективного электрода и получены следующие данные:

a_{F^-} , моль·л ⁻¹	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
E, мВ	100	140	190	230	275

Исследуемый раствор, содержащий фторид-ионы, объемом 10,00 мл разбавили водой до 50,00 мл и измерили электродный потенциал фторидселективного электрода в полученном растворе: $E_x = 210$ мВ. Определите активность F⁻ в исследуемом растворе.

3 При кондуктометрическом титровании 50 мл соляной кислоты 2,0 н. раствором КОН были получены следующие результаты:

$V_{\text{КОН}}$, мл	3,2	6,0	9,2	15,6	20,0	23,4
$\kappa \cdot 10^3$, См·см ⁻¹	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9

Определите молярную концентрацию эквивалентов соляной кислоты.

Для выполнения контрольных задания по контрольной работе 2 необходимо знать теоретическую и практическую часть вопросов раздела 3 «Оптические методы анализа»:

1 Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорбции.

2 Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии.

3 Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы.

4 Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры. Двухлучевые фотоэлектроколориметры.

- 5 Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворах
- 6 Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов
- 7 Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца
- 8 Практическое применение метода рефрактометрии

Пример варианта контрольной работы 2:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Контрольная работа №2

Для направления подготовки: **44.03.05 – Педагогическое образование**

(с двумя профилями подготовки - **Биология и Химия**)

Вариант 0

1 Из навески стали массой 0,2000 г после соответствующей обработки приготовили 100,0 мл раствора, содержащего MnO_4^- и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, и измерили его оптическую плотность при светофильтрах с $\lambda_1=533$ нм и $\lambda_2=432$ нм (D_{533} , D_{432}). В шесть мерных колб вместимостью 100,0 мл поместили 5,00; 8,00; 10,00 мл стандартного раствора перманганата ($C_{\text{Mn}} = 0,0001090$ г·мл⁻¹) или дихромата ($C_{\text{Cr}} = 0,001210$ г·мл⁻¹), разбавили водой до метки и фотометрировали при тех же условиях. Результаты эксперимента:

	$P_1(\text{KMnO}_4)$	$P_2(\text{KMnO}_4)$	$P_3(\text{KMnO}_4)$	$P_1(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$	$P_2(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$	$P_3(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$	Исследуемый раствор
D_{533}	0,230	0,365	0,460	-	-	-	0,280
D_{432}	0,095	0,150	0,190	0,430	0,640	0,780	0,820

Определите массовую долю (%) Mn и Cr в стали.

2 Для идентификации сахарозы 30,0 г порошка белого цвета растворили в 45,1 мл воды и измерили показатель преломления n_D и плотность ρ полученного раствора при 20°C: $n_D = 1,4016$; $\rho = 1,176$ г·см⁻³. Измерили также показатель преломления n_D и плотность ρ воды при 20°C: $n_D = 1,3330$; $\rho = 0,998$ г·см⁻³. Является ли вещество, взятое для идентификации, сахарозой? Ответ подтвердите расчетами.

Приложение Б

Технологическая карта УМ «Физико-химические методы анализа»

для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Семестр 7, ЗЕТ 3, вид аттестации зачет, акад. часов 108, баллов рейтинга 150

Таблица Б.1

Номер и наименование раздела учебного модуля	Номер недели 8 сем.	Трудоемкость, акад. час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Макси- мальное число баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛК	ПЗ	ЛР	Ауд. СРС			
	1-12	18	-	36	9	54		150
Введение. Общая характеристика физико-химических методов анализа	1	1	-	-	-	-		-
1. Электрохимические методы анализа	1-6	8	-	18	4	9	ЛР-1, ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4 КР-1	40 15
2. Оптические методы анализа	7-10	6	-	15	4	9	ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7, ЛР-8, ЛР-9, ЛР-10. КР-2	60 15
3. Хроматографические методы анализа	11-12	3	-	3	1	9	ЛР-11, ЛР-12	20
Семестровая аттестация: итого за 12 недель	1-12	18	36	-	9	54		150

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования»):

- пороговый – **75 б.**
- эталонный - **150 б.**

Приложение В
Карта учебно-методического обеспечения
УМ «Физико-химические методы анализа»
для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки - Биология и Химия)

Формы обучения дневная / -

Курс 4 Семестр 7

Часов: всего 108 / -, лекций 18 / -, практ. зан. - / -, лаб. раб. 36 / -, в т.ч. СРС ауд. 9 / -, СРС внеауд. 54 / -

Обеспечивающая кафедра Фундаментальной и прикладной химии,

Таблица В.1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1	2	3
Учебники и учебные пособия		
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. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656с.	20	
2 Гусакова Н.Н. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / Н.Н. Гусакова, Т.В. Холкина, О.Г. Хтеранович; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2007. - 224 с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Физико-химические методы анализа: Рабочая программа учебного модуля для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями) / сост. Н.Ю. Масовер; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2016. – 19 с.		http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.1180151.ksort.spec_shifr/i.1180151/?spec=&showfolder=1222283
3 Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа: лаб. практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2013. - 16 с.	10	https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991
4 Физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа: лаб. практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2013. - 24 с.	10	https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1 БиблиоТех – электронно-библиотечная система	novsu.bibliotech.ru.	Заходить в ЭБС с паролем входа на именную страницу НовГУ
2 Поисковые системы	yandex.ru, google.ru и т.п.	

Таблица 3- Дополнительная литература

Библиографическое описание издания	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000. - 494с.	2	
2 Васильев В. П., Аналитическая химия: учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - 7-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. – 384 с.	19	
3 Моногарова О. В., Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб пособие: для вузов / О. В. Моногарова, С. В. Мугинова, Д. Г. Филатова; под ред. Т. Н. Шеховцевой; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с.	3	

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 29.06.2017

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 13 от 28.06.2018

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 22.06.2019

Действительно для 2020/2021 учебного года
протокол № 11 от 03.07.2020
Зав. каф. ФПХ И.В. Зыкова