

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



А.И.Жук

2025 г.

Регистрационный № УД-25-03-17-2025уч.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине
для специальности:

6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования, утвержденного 02.08.2023, рег. № 225; учебного плана по специальности 6-05-0113-03 «Природоведческое образование (биология и химия)», утвержденного 23.02.2023, рег. № 009-2 023/У.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.В.Суханкина, доцент кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

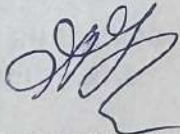
Е.В.Борщевская, заведующий лабораторией математического и естественнонаучного образования государственного учреждения образования «Академия образования», кандидат педагогических наук, доцент;

Т.А.Бонина, доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии и методики преподавания химии
(протокол № 9 от 28.03.2025)

Заведующий кафедрой

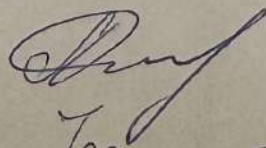


А.Л.Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 4 от 15.04.2025)

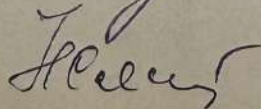
Оформление учебной программы и сопровождающих её материалов соответствует действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь

Методист
учебно-методического отдела



Е.А.Кравченко

Директор библиотеки



Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Физико-химические методы исследования» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки студентов по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия).

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение теоретических основ и освоение практических методик применения современных физико-химических методов исследования химических веществ и природных объектов.

Задачи учебной дисциплины:

1. Рассмотрение теоретических основ физико-химических методов исследования, их достоинств и ограничений.
2. Формирование знаний о принципиальной схеме получения и регистрации аналитического сигнала в физико-химических методах.
3. Овладение методиками анализа различных по природе химических и природных объектов и интерпретации аналитических данных.
4. Формирование навыков самостоятельного проведения аналитических исследований с использованием физико-химических методов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина «Физико-химические методы исследования» относится к модулю «Анализ и исследование химических веществ и природных объектов» компонента учреждения образования.

Изучение учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Аналитическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные группы физико-химических методов, используемых для исследования химических веществ и природных объектов;
- теоретические основы изучаемых физико-химических методов исследования;
- принципы работы основных современных приборов в физико-химических методах анализа и исследования;

уметь:

- выбирать соответствующий физико-химический метод анализа в зависимости от поставленной задачи;
- планировать общую схему анализа химических веществ и природных объектов с применением современных физико-химических методов исследования;
- проводить интерпретацию данных, полученных с помощью изучаемых методов, для определения состава и/или идентификации веществ;

– применять приобретенные теоретические и практические знания для решения конкретных задач при прохождении учебных практик, выполнении курсовых и дипломных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности;

владеть:

– навыками анализа химических веществ и природных объектов с помощью физико-химических методов в пределах программы лабораторного практикума по дисциплине.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования» должно обеспечить формирование у обучающихся следующей компетенции:

СК 2. Применять основные постулаты, положения и законы химии для планирования и проведения физико-химического эксперимента, определения физико-химических характеристик веществ, оптимальных условий протекания химических процессов.

Всего на изучение учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования» отведено:

– для очной (дневной) формы получения высшего образования 108 часов, из них 42 аудиторных часа. Распределение часов по видам занятий: лекции – 10 часов, практические занятия – 6 часов, семинарские занятия – 6 часов, лабораторные занятия – 20 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена в 5 семестре.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

Название учебной дисциплины	Семестр	Количество часов учебных занятий						Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	Из них					
				лекции	практические	семинарские	лабораторные		
Физико-химические методы исследования	5	108	42	10	6	6	20	66	экзамен
Всего часов		108	42	10	6	6	20	66	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Электрохимические методы

Тема 1.1. Общая характеристика электрохимических методов анализа

Классификация электрохимических методов по типу аналитического сигнала. Точность, чувствительность и селективность методов.

Общая характеристика и основные принципы электрохимических методов, их преимущества и ограничения.

Основные приемы определения концентрации в электрохимических методах: прямые методы (метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок) и косвенные (метод титрования).

Современные направления развития электрохимических методов, их роль в решении задач контроля и охраны окружающей среды.

Тема 1.2. Потенциометрический анализ

Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Электрохимические и ионообменные процессы, протекающие в растворе и на поверхности электрода. Электродный, окислительно-восстановительный, диффузионный и мембранный потенциал. Уравнение Нернста.

Электроды 1-го и 2-го рода. Устройство электрохимической ячейки. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды: классификация по типу мембран, основные характеристики, устройство, механизм действия, возможности использования.

Прямая потенциометрия: условия применения, алгоритм построения градуировочного графика.

Методики определения рН с помощью стеклянного электрода, определения активности ионов с помощью ионоселективных электродов с твердой и жидкой мембраной.

Потенциометрическое титрование. Требования, предъявляемые к химической и электрохимической реакциям. Классификация видов потенциометрического титрования и выбор индикаторного электрода. Построение кривых потенциометрического титрования и расчеты по ним.

Раздел 2. Оптические методы

Тема 2.1. Общая характеристика оптических методов анализа

Природа электромагнитного излучения и его характеристики: интенсивность, энергия, частота и длина волны, волновое число. Электромагнитный спектр, диапазон УФ-, ИК- и видимой областей.

Сущность и классификация спектральных (оптических) методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия

электромагнитного излучения с веществом, по области используемого спектра).

Общие принципы получения спектров. Атомные и молекулярные спектры излучения и поглощения. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флюоресценции. Уравнения и теоретические закономерности, лежащие в основе интерпретации спектральных данных.

Современные направления развития оптических методов, их роль в решении задач анализа химических веществ, контроля и охраны окружающей среды.

Тема 2.2. Спектрофотометрический анализ

Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии (спектрофотометрии) и его место среди других спектральных методов. Современные тенденции развития метода, преимущества и ограничения.

Поглощающие системы, используемые в количественном анализе, и характер их спектров. Спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой области. Оптическая плотность раствора. Пропускание. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонений от закона. Физический смысл молярного коэффициента светопоглощения.

Количественное спектрофотометрическое определение веществ в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Закон аддитивности светопоглощения.

Принципиальная схема спектрофотометра. Схема и основные узлы спектрофотометра. Источник света. Монохроматор. Кюветы.

Методика проведения фотометрических определений. Основные этапы фотометрического анализа. Примеры фотометрических реакций. Выбор аналитической длины волны. Стандартный и нулевой раствор.

Методы прямого определения концентрации в фотометрическом анализе: метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок.

Фотометрическое титрование: сущность, примеры. Виды кривых фотометрического титрования.

Раздел 3. Хроматографические методы

Тема 3.1. Основы метода хроматографии

Сущность хроматографического метода, виды сорбции. Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз; механизму взаимодействия сорбента и сорбата. Классификация хроматографических методов по технике выполнения (колоночная и плоскостная) и способам проведения (фронтальная, вытеснительная, элюентная).

Хроматографические параметры. Эффективность и селективность хроматографического разделения.

Тема 3.2. Колоночная хроматография

Газовая хроматография: классификация и механизмы сорбции. Газожидкостная и газоадсорбционная хроматография. Подвижная фаза. Сорбенты и адсорбенты.

Хроматографические параметры удерживания: время и объем удерживания, коэффициент емкости, коэффициент селективности, разрешение.

Эффективность хроматографической колонки. Концепция теоретических тарелок. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Характеристики хроматографического пика: высота, ширина, полуширина, расчет площади пика.

Основные блоки газового хроматографа. Колонки, детекторы, устройства ввода проб. Практическое использование метода газовой хроматографии в химических, биологических исследованиях.

Жидкостная хроматография. Классификация методов и механизмы разделения в жидкостной хроматографии. Специфика подвижной фазы в жидкостной хроматографии. Понятие о высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ионная хроматография. Суть метода, классические варианты. Высокоэффективная ионная хроматография. Эксклюзионная хроматография.

Качественный хроматографический анализ. Идентификация по индексам удерживания.

Количественный хроматографический анализ: метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта, метод добавок.

Области применения газовой и жидкостной хроматографии.

Тема 3.3. Плоскостная хроматография

Бумажная и тонкослойная хроматография. Выбор подвижной и неподвижной фаз.

Качественный и количественный анализ в тонкослойной и бумажной хроматографии.

Параметры плоскостной хроматографии: коэффициент подвижности, относительный коэффициент подвижности, степень (критерий) разделения, коэффициент разделения.

Методика выполнения анализа в тонкослойной и бумажной хроматографии (выбор сорбента, элюента, проявителя).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Методические пособия, средства обучения	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V семестр									
1	Раздел 1. Электрохимические методы	3	2	2	8	22			
1.1	Общая характеристика электрохимических методов анализа	1		2		8			
1.1.1	Классификация электрохимических методов по типу аналитического сигнала. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Общая характеристика и основные принципы электрохимических методов, их преимущества и ограничения.	1				4	Комп. презентация, СДО Moodle	2-5, 7	Конспект, устный опрос Письменное выполнение задания

1.1.2	Электрохимические и ионообменные процессы, протекающие в растворе и на поверхности электрода. Электродный, окислительно-восстановительный, диффузионный и мембранный потенциал. Основные приемы определения концентрации в электрохимических методах: прямые и косвенные. Современные направления развития электрохимических методов, их роль в решении задач контроля и охраны окружающей среды			2		4	СДО Moodle	2-7	Тестирование в СДО Moodle, практические задания Реферат
1.2	Потенциометрический анализ	2	2		8	14			
1.2.1	Уравнение Нернста. Электроды 1-го и 2-го рода. Устройство электрохимической ячейки. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды: классификация по типу мембран, основные характеристики, устройство, механизм действия, возможности использования.	2				4	Комп. презентация СДО Moodle	2-5, 7	Конспект, устный опрос Реферат
1.2.2	Прямая потенциометрия: условия применения, алгоритм построения градуировочного графика. Потенциометрическое титрование. Классификация видов потенциометрического титрования и выбор индикаторного электрода. Построение кривых потенциометрического титрования и расчеты по ним. Методики определения pH с помощью стеклянного электрода, определения активности ионов с помощью ионоселективных электродов с твердой и жидкой мембраной.		2			4	СДО Moodle	2-7	Тестирование в СДО Moodle, рейтинговая контрольная работа 1 Письменное выполнение задания
1.2.3	Лабораторная работа. Определение нитратов в плодово-овощной продукции методом прямой потенциометрии.				4	2	Лабор. оборуд реактивы	2-4, 8-9	Письменное выполнение задания, защита лабораторной работы

1.2.4	Лабораторная работа. Определение хлоридов в соках методом потенциометрического титрования.				4	4	Лабор. оборуд реакт вы	2-4, 8-9	Письменное выполнение задания, защита лабораторной работы
2	Раздел 2. Оптические методы	3	2	2	8	22			
2.1.	Общая характеристика оптических методов анализа	1		2		10			
2.1.1	Природа электромагнитного излучения и его характеристики: интенсивность, энергия, частота и длина волны, волновое число. Электромагнитный спектр, диапазон УФ-, ИК- и видимой областей. Сущность и классификация спектральных (оптических) методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по области используемого спектра).	1				4	Комп. презентация СДО Moodle	2-3, 5, 7	Конспект, устный опрос Письменное выполнение задания
2.1.2	Общие принципы получения спектров. Атомные и молекулярные спектры излучения и поглощения. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флюоресценции. Уравнения и теоретические закономерности, лежащие в основе интерпретации спектральных данных. Современные направления развития оптических методов, их роль в решении задач анализа химических веществ, контроля и охраны окружающей среды.			2		6	СДО Moodle	2-3, 5, 7	Тестирование в СДО Moodle, практические задания, устный опрос Реферат
2.2	Спектрофотометрический анализ	2	2		8	12			

2.2.1	Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии (спектрофотометрии). Пропускание. Оптическая плотность раствора. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонений от закона. Физический смысл молярного коэффициента светопоглощения. Закон аддитивности светопоглощения. Фотометрическое титрование: сущность, примеры. Виды кривых фотометрического титрования. Методика проведения фотометрических определений. Основные этапы фотометрического анализа. Принципиальная схема спектрофотометра. Схема и основные узлы спектрофотометра.	2				4	Комп. презентация СДО Moodle	2-3, 5, 7	Конспект, устный опрос, тестирование в СДО Moodle, Письменное выполнение задания
2.2.2	Методы прямого определения концентрации в фотометрическом анализе: метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок. Количественное спектрофотометрическое определение веществ в однокомпонентных и многокомпонентных системах.		2			4	СДО Moodle	2-3, 5-7	Практические задания, рейтинговая контрольная работа 2
2.2.3	Лабораторная работа. Фотометрическое определение железа в присутствии никеля				4	2	Лабор. оборуд реактивы	2-3, 8-9	Письменное выполнение задания, защита лабораторной работы
2.2.4	Лабораторная работа. Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при совместном присутствии в растворе				4	2	Лабор. оборуд реактивы	2-3, 8-9	Письменное выполнение задания, защита лабораторной работы
3	Раздел 3. Хроматографические методы	4	2	2	4	22			
3.1	Основы метода хроматографии	1				4			

3.1.1	Сущность хроматографического метода, виды сорбции. Основные понятия и классификация методов хроматографии: подвижная и неподвижная фазы, Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз; механизму взаимодействия сорбента и сорбата. Классификация хроматографических методов по технике выполнения (колоночная и плоскостная) и способам проведения (фронтальная, вытеснительная, элюентная).	1				4	Комп. презентация	1-3, 5, 7	Конспект, устный опрос Конспект, Письменное выполнение задания
3.2	Колоночная хроматография	2	2	2		12			
3.2.1	Газовая хроматография: классификация и механизмы сорбции. Газожидкостная и газоадсорбционная хроматография. Подвижная фаза. Сорбенты и адсорбенты. Основные блоки газового хроматографа. Колонки, детекторы, устройства ввода проб. Жидкостная хроматография. Классификация методов и механизмы разделения в жидкостной хроматографии. Специфика подвижной фазы в жидкостной хроматографии. Понятие о высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ионная хроматография. Суть метода, классические варианты. Высокоэффективная ионная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Практическое использование газовой и жидкостной хроматографии в химических, биологических исследованиях.	2				4	Комп. презентация СДО Moodle	1-3, 5, 7	Конспект, устный опрос Реферат

3.2.2	Хроматографические параметры удерживания: время и объем удерживания, коэффициент емкости, коэффициент селективности, разрешение. Концепция теоретических тарелок. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Характеристики хроматографического пика: высота, ширина, полуширина, расчет площади пика. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Эффективность хроматографической колонки.			2		4	СДО Moodle	1-3, 5-7	Практические задания, устный опрос, тестирование в СДО Moodle Письменное выполнение задания
3.2.3	Качественный хроматографический анализ. Идентификация по индексам удерживания. Количественный хроматографический анализ. Количественный хроматографический анализ: метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта, метод добавок.		2			4	СДО Moodle	1-3, 5-7	Тестирование в СДО Moodle, рейтинговая контрольная работа 3
3.3	Плоскостная хроматография	1			4	6			
3.3.1	Бумажная и тонкослойная хроматография. Выбор подвижной и неподвижной фаз. Качественный и количественный анализ в тонкослойной и бумажной хроматографии. Параметры плоскостной хроматографии: коэффициент подвижности, относительный коэффициент подвижности, степень (критерий) разделения, коэффициент разделения. Методика выполнения анализа в тонкослойной и бумажной хроматографии (выбор сорбента, элюента, проявителя).	1				4	Комп. презентация, СДО Moodle	1-3, 5,7	Конспект, устный опрос Письменное выполнение задания
3.3.2	Лабораторная работа. Разделение и идентификация аминокислот методом тонкослойной хроматографии.				4	2	Лабор. оборуд реактивы	1-3, 8-9	Письменное выполнение задания, защита лабораторной работы
	Всего по учебной дисциплине	10	6	6	20	66			Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А. И. Жебентяев. – Минск : Новое знание, 2013. – 206 с.
2. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология. Химия» / сост. : Н. В. Суханкина // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/61035>. – Дата доступа: 25.03.2025.
3. Современные методы получения и исследования веществ [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология. Химия» / сост. : Н. В. Суханкина, В. Н. Коваленко // Репозиторий БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/50255>. – Дата доступа: 25.03.2025.

Дополнительная литература

1. Белюстин, А. А. Потенциометрия. Физико-химические основы и применение : учеб. для вузов / А. А. Белюстин. – М. : Лань, 2015. – 336 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия (книга 2) : Физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по химико-технол. специальностям / В. П. Васильев. – М. : Дрофа, 2007. – 383 с.
3. Васильев, В. П. Аналитическая химия : Сб. вопросов, упражнений и задач : пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова ; под ред. В. П. Васильева. – М. : Дрофа, 2006. – 318 с.
4. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа : учебное пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Минск : Новое знание, 2021. – 360 с. – ISBN 978-985-24-0152-4.
5. Инструментальные методы анализа : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / [В. И. Кочеров, И. С. Алямовская, Н. Е. Дариенко, С. Ю. Сараева, Т. С. Свалова, А. И. Матерн] ; под общ. ред. С. Ю. Сараевой. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015. – 96 с. – ISBN 978-5-7996-1385-3.
6. Практикум по аналитической химии. Количественный анализ. Инструментальные (физико-химические) методы анализа : учебно-методическое пособие / Е. И. Шостак, И. В. Михайлова, Н. А. Кузьмичева [и др.]. – Оренбург : ОрГМУ, 2022. – 119 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/340697> (дата обращения: 24.03.2025).

Методические указания по выполнению самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов по учебной дисциплине «Физико- химические методы исследования»

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и применения знаний на практике, а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов;
- выполнение практических заданий;

- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговых контрольных работ;
- заданий в тестовой форме;
- устных опросов на аудиторных занятиях;
- обсуждения рефератов;
- разноуровневых задач;
- защиты лабораторных работ;
- экзамена.

**Требования к выполнению самостоятельной (внеаудиторной)
работы студентов по учебной дисциплине «Физико-химические методы
исследования»
Дневная форма получения образования**

№ п/п	Название темы, раздела	Количе ство часов на СРС	Задание	Форма выполнения
3 курс, V семестр				
1	1.1.1 Общая характеристика и основные принципы электрохимических методов, их преимущества и ограничения.	4	Подготовить сравнительную характеристику электрохимических методов	Письменное выполнение задания
2	1.1.2 Современные направления развития электрохимических методов	4	Подготовить реферат о роли электрохимических методов в решении задач контроля и охраны окружающей среды	Реферат
3	1.2.1 Ионоселективные электроды: классификация по типу мембран, основные характеристики, устройство, механизм действия, возможности использования.	4	Подготовить реферат о практическом применении ионоселективных электродов для анализа химических и биологических объектов, продуктов питания, природной и бутилированной воды, фармацевтических препаратов.	Реферат
4	1.2.2 Методики определения рН с помощью стеклянного электрода, определения активности ионов с помощью ионоселективных электродов с твердой и жидкой мембраной.	4	Решение расчетных задач на вычисление рН растворов электролитов и концентрации ионов с помощью ионоселективных электродов	Письменное выполнение задания, контрольное тестирование в СДО Moodle
5	1.2.3 Определение нитрат-ионов в овощах и фруктах методом прямой потенциометрии	2	Изучить ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. Подготовка к лабораторной работе	Письменное выполнение задания
6	1.2.4 Определение содержания хлорид-ионов в питьевой воде и соках методом потенциометрического титрования	4	Изучить ГОСТ 33437-2015 Продукция соковая. Определение хлоридов методом потенциометрического титрования. Подготовка к лабораторной работе	Письменное выполнение задания

7	2.1.1 Сущность и классификация спектральных (оптических) методов анализа	4	Подготовить сравнительную характеристику оптических методов (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по области используемого спектра).	Письменное выполнение задания, контрольное тестирование в СДО Moodle
8	2.1.2 Современные направления развития оптических методов, их роль в решении задач анализа химических веществ, контроля и охраны окружающей среды.	6	Подготовить реферат о роли оптических методов в решении задач анализа химических веществ, контроля и охраны окружающей среды.	Реферат
9	2.2.1 Методика проведения фотометрических определений. Основные этапы фотометрического анализа. Принципиальная схема спектрофотометра. Схема и основные узлы спектрофотометра.	4	Изучение методики проведения анализа фотометрическим методом анализу (выбор фотометрических реакций, определение аналитической длины волны, выбор оптимальных условий анализа). Изучение принципиальной схемы спектрофотометра.	Письменное выполнение задания
10	2.2.2 Количественное спектрофотометрическое определение веществ в однокомпонентных и многокомпонентных системах.	4	Решение расчетных задач на построение градуировочного графика и кривых фотометрического титрования.	Письменное выполнение задания, контрольное тестирование в СДО «Moodle»
11	2.2.3 Фотометрическое определение железа в присутствии никеля	2	Изучение методики проведения анализа, проведение типовых расчетов	Письменное выполнение задания
12	2.2.4 Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при совместном присутствии в растворе	2	Изучение методики проведения анализа, проведение типовых расчетов	Письменное выполнение задания

13	3.1.1 Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз; механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по технике выполнения и способам проведения	4	Подготовить сравнительную характеристику хроматографических методов анализа.	Письменное выполнение задания. контрольное тестирование в СДО Moodle
14	3.2.1 Практическое использование газовой и жидкостной хроматографии в химических, биологических исследованиях.	4	Подготовить реферат о роли хроматографических методов в решении задач анализа химических веществ, контроля и охраны окружающей среды.	Реферат
15	3.2.2 Эффективность и селективность хроматографического разделения. Эффективность хроматографической колонки.	4	Решение расчетных задач на оценку эффективности хроматографического разделения по параметрам удерживания	Письменное выполнение задания, контрольное тестирование в СДО Moodle
16	3.2.3 Количественный хроматографический анализ: метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта, метод добавок.	4	Решение расчетных задач на прямые методы количественного анализа в хроматографии	Письменное выполнение задания, контрольное тестирование в СДО Moodle
17	3.3.1 Методика выполнения анализа в тонкослойной и бумажной хроматографии (выбор сорбента, элюента, проявителя).	4	Изучение методики проведения анализа, проведение типовых расчетов	Защита лабораторной работы, контрольное тестирование в СДО «Moodle»
18	3.3.2 Разделение и идентификация аминокислот методом тонкослойной хроматографии.	2	Изучение ГОСТ Количественное определение аминокислот в продуктах питания методом тонкослойной и бумажной хроматографии	Письменное выполнение задания
Всего по учебной дисциплине 66 часов				

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

Для текущей диагностики компетенций студента по учебной дисциплине «Физико-химические методы исследования» возможно применение следующего диагностического инструментария:

1. Устная форма:

- устный опрос,
- выполнение компетентностно-ориентированных заданий.

2. Письменная форма:

- подготовка мультимедийных презентаций,
- заполнение таблиц,
- рейтинговые контрольные работы;
- рефераты.

3. Устно-письменная форма:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой,
- отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой,
- отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой,
- экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- **Защита заданий** при выполнении студентами практических работ. Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

- **Защита лабораторных работ** при выполнении их студентами. Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала в рамке тематики работы, знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

- **Защита подготовленного студентом реферата.** При оценивании реферата внимание обращается на: соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы; постановку проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, логичность и последовательность в изложении материала; полное раскрытие темы, самостоятельность суждений и правильность оформления; объём исследованной литературы, способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой).

Примерные темы рефератов:

1. Электрохимические производства и загрязнение окружающей среды.

2. Электрохимические методы очистки воды.
3. Электрохимические процессы в химической промышленности: производство водорода, кислорода, хлора и щелочей.
4. Потенциометрическое определение электролитов плазмы крови и других биологических жидкостей.
5. Решение аналитических проблем в науке об окружающей среде.
6. Физико-химические методы анализа в криминалистике.
7. Физико-химические методы определения азотсодержащих соединений.
8. Физико-химические методы определения аминокислот.
9. Физико-химические методы определения железа в воде.
10. Физико-химические методы определения калия и натрия в физиологических объектах.
11. Физико-химические методы определения нитратов и нитритов.
12. Физико-химические методы определения поверхностно-активных веществ.
13. Атомно-абсорбционный анализ и его аналитические возможности.
14. Атомно-эмиссионные методы определения элементов. Виды атомизации и возбуждения элементов.
15. Масс-спектральный анализ и его аналитическое применение.
16. Флуоресцентный анализ и его применение в аналитической химии.
17. Экстракционно-фотометрическое определение металлов при анализе объектов окружающей среды.
18. Метод ВЭЖХ в анализе лекарственных объектов.
19. Методы анализа продуктов питания.
20. Методы анализа минеральных удобрений.

- **Устные опросы.** При оценивании устного ответа внимание обращается на: знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, умение свободно беседовать; уровень домашней подготовки по теме; способность системно и логично излагать материал; анализировать, формулировать собственную позицию, делать выводы; отвечать на дополнительные вопросы.

В соответствии с учебным планом специальности промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена**.

Примерные вопросы к экзамену

1. Общая характеристика электрохимических методов анализа: сущность, основные понятия и классификация. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
2. Потенциометрический анализ: сущность метода. Схема электрохимической ячейки, индикаторный электрод и электрод сравнения. Расчет ЭДС системы.
3. Прямая потенциометрия: сущность метода. Уравнение Нернста. Методика построения и использования градуировочного графика.
4. Потенциометрическое титрование: сущность метода. Вид и построение интегральных и дифференциальных кривых титрования.
5. Классификация электродов 1-го рода. Металлические электроды: устройство, примеры. Расчет электродных потенциалов металлических электродов по уравнению Нернста.
6. Газовые электроды. Водородный электрод: устройство, расчет электродного потенциала по уравнению Нернста. Стандартный водородный электрод.
7. Электроды 2-го рода. Хлорсеребряный электрод: устройство, правила использования, расчет потенциала по уравнению Нернста.
8. Электроды 2-го рода. Каломельный электрод: устройство, правила использования, расчет потенциала по уравнению Нернста.
9. Ионообменные электроды, их классификация по типу мембран. Устройство электродов и механизм действия мембран. Уравнение Никольского
10. Электроды со стеклянной мембраной. Устройство стеклянного электрода, принцип действия, выражение для электродного потенциала.
11. Электроды с жидкой мембраной. Устройство нитрат-селективного электрода, принцип действия, применение. Выражение для электродного потенциала нитрат-селективного электрода.
12. Электроды с твердой мембраной. Устройство хлорид-селективного электрода, принцип действия, применение. Выражение для электродного потенциала хлорид-селективного электрода.
13. Определение pH растворов с помощью потенциометрического анализа: применение стеклянного и водородного электродов.
14. Прямая потенциометрия: определение содержания нитрат-ионов в овощах с помощью нитрат-селективного электрода (методика проведения анализа).
15. Потенциометрическое титрование: определение содержания хлорид-ионов в соках с помощью хлорид-селективного электрода (методика проведения анализа).
16. Сущность и классификация спектральных (оптических) методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия

электромагнитного излучения с веществом, по области используемого спектра). Спектры поглощения и спектры испускания (эмиссии).

17. Электромагнитный спектр, диапазон УФ-, ИК- и видимой областей. Общие принципы получения спектров. Атомные и молекулярные спектры излучения и поглощения.

18. Фотометрический анализ: сущность, характеристики УВИ-диапазона. Оптическая плотность раствора. Пропускание. Закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.

19. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонений от закона. Физический смысл молярного коэффициента светопоглощения.

20. Анализ многокомпонентных смесей фотометрическим методом. Оптическая плотность раствора. Закон аддитивности светопоглощения.

21. Методы прямого определения концентрации в фотометрическом анализе: метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок.

22. Методика проведения фотометрического анализа методом градуировочного графика (на примере определения железа, меди, никеля).

23. Инструментальное оформление фотометрического анализа. Схема и основные узлы спектрофотометра. Источник света. Монохроматор. Кюветы.

24. Основные этапы фотометрического анализа. Примеры фотометрических реакций. Выбор аналитической длины волны. Стандартный и нулевой раствор.

25. Фотометрическое титрование: сущность, примеры. Виды кривых фотометрического титрования.

26. Сущность хроматографического метода, виды сорбции. Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз; механизму взаимодействия сорбента и сорбата.

27. Классификация хроматографических методов по технике выполнения (колоночная и плоскостная) и способам проведения (фронтальная, вытеснительная, элюентная). Основные блоки газового хроматографа.

28. Хроматографические параметры удерживания: время и объем удерживания, коэффициент емкости, коэффициент селективности, разрешение. Вид хроматограммы.

29. Характеристики хроматографического пика: высота, ширина, полуширина, расчет площади пика. Эффективность и селективность хроматографического разделения (коэффициент емкости, коэффициент селективности, разрешение).

30. Колоночная хроматография. Насадочные и капиллярные колонки. Адсорбенты. Детекторы. Области применения газовой и жидкостной хроматографии

31. Плоскостная хроматография. Выбор подвижной и неподвижной фаз. Техника выполнения. Применение плоскостной хроматографии.

32. Качественный и количественный анализ в тонкослойной хроматографии.

33. Хроматографические параметры плоскостной хроматографии: коэффициент подвижности, относительный коэффициент подвижности, степень (критерий) разделения R_s , коэффициент разделения.

34. Разделение аминокислот методом тонкослойной хроматографии: методика выполнения анализа (выбор сорбента, элюента, проявителя).

35. Эффективность хроматографической колонки. Концепция теоретических тарелок. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.

36. Качественный хроматографический анализ. Количественный хроматографический анализ. Метод внутренней нормализации.

Примеры компетентностно-ориентированных задач

1. Предельно допустимая концентрация железа в питьевой воде варьируется от 0,5 до 20 мг/л. При превышении этого значения железо может вызвать интоксикацию организма, нарушение метаболизма. Наиболее эффективным способом анализа железа (III) является его спектрофотометрическое определение с сульфосалициловой кислотой. Методика: в мерных колбах на 100 мл готовят 5 эталонных растворов с различной точно известной концентрацией железа (III). Измеряют оптическую плотность этих растворов при $\lambda=420$ нм в кювете толщиной 1 см относительно раствора сравнения (воды).

c(Fe), мг/л	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00
A	0,09	0,19	0,39	0,59	0,78
	8	7	5	0	5

Затем в мерную колбу вместимостью 100 мл отбирают 5 мл анализируемого раствора и после проведения фотометрической реакции и разбавления водой в тех же условиях измеряют оптическую плотность. Найденное значение составило $A(X) = 0,510$. Постройте градуировочный график и определите концентрацию железа (III) и массу железа в анализируемой воде.

2. Соединения висмута вошли в медицинскую практику со времён средневековья, а первый научный доклад о содержащем висмут препарате для лечения диспепсии был сделан в 1786 г. На сегодняшний день соединения висмута являются одними из самых эффективных в гастроэнтерологии. Для количественного анализа висмута применяют фотометрический анализ. Рассчитайте минимальную концентрацию (мкг/мл) висмута (III) в лекарственном препарате, которую можно определить, если фотометрирование раствора, содержащего комплекс висмута с калия иодидом, проводится при длине волны $\lambda_{\text{макс}}=465$ нм в кювете толщиной 1 см, молярный коэффициент светопоглощения продукта фотометрической реакции $\varepsilon = 9,1 \cdot 10^3$, а минимальное значение оптической плотности, измеряемое на спектрофотометре, равно 0,01.

3. По масштабам выброса в атмосферу свинец занимает первое место среди микроэлементов. Для определения тяжелых металлов в объектах окружающей среды применяют фотометрический метод анализа. Испытуемый раствор содержит интенсивно окрашенное комплексное соединение катиона свинца Pb^{2+} с ксиленоловым оранжевым с концентрацией $c(\text{Pb}^{2+})=8,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. По приведенным ниже результатам измерения оптической плотности A испытуемого раствора при различных длинах волн λ в кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см постройте спектр поглощения данного комплексного соединения в координатах A – λ . Выберите аналитическую длину волны для определения катиона свинца

спектрофотометрическим методом и рассчитайте его молярный коэффициент поглощения.

	50	55	60	65	70	80	90	00	10	20	30	40	50	60
	,554	,560	,551	,534	,598	,690	,668	,540	,511	,487	,412	,301	,316	,297

4. Санитарными правилами установлена норма содержания нитратов в питьевой воде – 45 мг/л. Превышение этого количества оказывает негативное влияние на организм человека и домашних животных. Анализ нитрат-ионов в образце воды проводят методом прямой потенциометрии. Для этого составили гальваническую цепь из индикаторного нитрат-селективного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения, измерили ЭДС пяти эталонных растворов с известной концентрацией нитрат-ионов и получили следующие результаты:

$c(\text{NO}_3^-)$, моль/л	0,00 001	0,00 01	0,00 1	0,01	0,1
E, мВ	330	275	225	170	120

Затем в тех же условиях измерили ЭДС цепи с анализируемой водой и нашли ее равной 250 мВ. Постройте градуировочный график в координатах E – p с и рассчитайте массовую концентрацию нитрат-ионов в исследуемой воде в мг/л.

5. В фармакологии в качестве антигистаминных средств применяют пропазин и дипразин. Для их разделения используют метод ТСХ. При анализе двухкомпонентной смеси (X и Y), содержащей предположительно эти вещества, с применением свидетелей получена хроматограмма, на которой расстояние от линии старта до линии фронта растворителя $L=100$ мм, расстояние от линии старта до центров пятен компонентов X, Y, свидетелей - пропазина и дипразина соответственно равны: $l(X) = 38$ мм, $l(Y) = 79$ мм, $l(\text{пропазина}) = 40$ мм, $l(\text{дипразина}) = 78$ мм. Рассчитайте для каждого компонента смеси и свидетелей коэффициенты подвижности R_f и определите природу компонентов X, Y.

6. При проведении химического синтеза растворы веществ с заданной массовой долей необходимо готовить в нужном количестве самостоятельно из твердых реактивов или концентрированных кислот, предварительно произведя расчет. Использование готовых растворов, хранящихся в лаборатории, для проведения синтеза запрещено. Приведите расчет для приготовления 20 см^3 раствора азотной кислоты плотностью $1,1 \text{ г/см}^3$ из имеющегося в лаборатории раствора плотностью $1,2 \text{ г/см}^3$. Опишите последовательность приготовления раствора.

Критерии оценки результатов учебной деятельности студента (экзамен)

Баллы	Показатели оценки
10 (десять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9 (девять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения

	заданий
8 (восемь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
7 (семь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

	самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть) баллов	достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
5 (пять) баллов	достаточные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре) балла	достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине;

	программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
3 (три) балла	недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
2 (два) балла	фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
1 (один) балл	отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая и неорганическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (общие закономерности и типы реакций неорганических веществ)	Пр. № 9 от 28.03.2025 г.
Физическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (общие закономерности и условия протекания реакций)	Пр. № 9 от 28.03.2025 г.
Аналитическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (понятие об аналитическом сигнале; аналитические признаки и аналитические реакции)	Пр. № 9 от 28.03.2025 г.