

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.03.2026 07:11:41
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e526551a8999b119089caf58989420420336ffbf573a434a57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

**Декан естественно-географического
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

И.А. Трофимцова

«26» марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины
«СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

**Направление подготовки
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль
«БИОЛОГИЯ»**

**Профиль
«ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 6 от «26» марта 2025 г.)**

Благовещенск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	5
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	7
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	17
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	17
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	17
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	18
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	20

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: формирование компетенций в области физико-химических методов анализа.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Современные физико-химические методы анализа» относится к дисциплинам предметного модуля по профилю «Химия» части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 (Б1.В.02.06).

Теоретическую базу дисциплины представляет ранее изученная дисциплина «Аналитическая химия».

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-8, ПК-2:

- **УК-8.** Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-8.2. Оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности в повседневной жизни и профессиональной деятельности и принимает меры по ее предупреждению.

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теоретических и практических задач.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- основы количественного анализа соединений;
- основные современные методы исследования веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;

- **уметь:**

- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты наблюдений и измерений;
- ставить эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента;

- **владеть:**

- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;
- навыками планирования, анализа;
- навыками делать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ;
- навыками систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Современные физико-химические методы анализа» составляет 2 зачетные единицы (далее – ЗЕ) (72 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 9
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	42	42
Лекции	18	18
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа	30	30
Вид итогового контроля:		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план (очная форма обучения)

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1	Электрохимические методы анализа	24	6	8	10
1.1	Электрохимические методы анализа	12	6	-	6
1.2	Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси	6	-	4	2
1.3	Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот	6	-	4	2
2	Оптические методы анализа	24	6	8	10
2.1	Оптические методы анализа	12	6	-	6
2.2	Фотоколориметрическое определение ионов железа в технической серной кислоте	6	-	4	2
2.3	Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии	6	-	4	2
3	Хроматографические методы анализа	24	6	8	10
3.1	Хроматографические методы анализа	12	6	-	6
3.1	Ионообменная хроматография. Определение меди в разбавленных растворах после предварительного концентрирования	6	-	4	2
3.2	Ионообменное разделение железа и меди и их фотоколориметрическое определение	6	-	4	2
Итого		72	18	24	30

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
----------	---------------------	--------------------	-------------------------------------	---------------------

1	Ионообменная хроматография. Определение меди в разбавленных растворах после предварительного концентрирования	ЛР	Работа в малых группах	2
2	Ионообменное разделение железа и меди и их фотоколориметрическое определение	ЛР	Работа в малых группах ми	2
3	Электрохимические методы	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного видео-фильма «Инверсионная вольтамперометрия»	2
4	Автоматизация и компьютеризация анализа	ЛК	Лекция с ошибками	2
5	Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси	ЛР	Работа в малых группах	2
6	Фотоколориметрическое определение ионов железа в технической серной кислоте	ЛР	Работа в малых группах	2
7	Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии	ЛР	Работа в малых группах	2
ИТОГО				14

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

1. Электрохимические методы

Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. Ячейки без жидкостного состояния и с жидким соединением. Диффузный потенциал. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесные электрохимические системы. Неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов.

Потенциометрия. Индикаторные электроды (мембранные, металлические). Ионоселективные электроды. Сенсibilизированные (активированные) электроды. Металлические электроды. Измерение потенциала. Ионометрия. Потенциометрическое титрование.

Кулонометрия. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.

Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Полярографические максимумы. Современные разновидности полярографии. Осциллографическая полярография. Переменно-токовая полярография. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Применение вольтамперометрии для изучения и определения органических соединений.

Кондуктометрия. Электрогравиметрия.

2. Оптические методы анализа

Основы колориметрических и спектрофотометрических методов анализа. Законы Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Оптическая плотность раствора. Визуальные и фотоэлектроколориметрические методы анализа. Спектрофотометрический метод анализа. Построение калибровочного графика. Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры. Применение колориметрии и спектрофотометрии.

3. Хроматографические методы анализа

Сущность хроматографии. Классификация хроматографических методов по различным признакам: а) агрегатному состоянию фаз; б) природе элементарного акта; в) спо-

субу относительного перемещения фаз; г) используемой аппаратуре; д) цели процесса.

Ионнообменная хроматография. Сущность метода. Иониты. Ионнообменное равновесие. Методы ионнообменной хроматографии. Применение ионнообменной хроматографии.

Газовая (газожидкостная и газоадсорбционная) хроматография. Сущность метода. Параметры удерживания. Параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок). Влияние температуры на разделение. Практика метода. Особенности проведения хроматографирования.

Жидкостная хроматография. Сущность метода. Применение.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению курса «Современные физико-химические методы анализа».

Учебная программа дисциплины составлена в строгом соответствии с учебным планом и содержанием ООП.

Раздел «Практикум по дисциплине» содержит план лабораторных работ с указанием тем лабораторных работ и ссылок на рекомендованное учебное пособие. Пользуясь предложенными учебными пособиями, студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ, в тетради для лабораторных работ описать содержание работы в следующем порядке: тема лабораторной работы, сущность и принцип метода, лежащий в основе работы, цели и задачи, оборудование и реактивы, ход выполнения работы, результаты анализа, выводы.

В разделе «Дидактические материалы» представлены примеры тестовых заданий и контрольных работ, вынесены вопросы и задания к самоконтролю.

Контрольный тест, включает вопросы и задания разделов изучаемого курса, что позволяет проверить уровень усвоения изученного материала в целом.

В каждом семестре студенты выполняют контрольные работы, которые представлены расчетными задачами. Задачи подобраны из разных тем соответствующего раздела. При подготовке к выполнению контрольной работе студентам следует проанализировать решение типовых задач из заданий для самоконтроля, по решениям, вызывающим затруднение, получить консультацию у преподавателя.

Общий план лабораторных занятий оформлен в виде таблицы. Такая форма помогает студентам ориентироваться во всем объеме курса.

Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1	Электрохимические методы анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы	10
2	Оптические методы анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы	10
3	Хроматографические методы анализа	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы	10
ИТОГО			30

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных работ

№	Содержание	Литература	Кол-во часов
1.	Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси.	[1] с. 296 -299	4
2.	Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот.	[1] с. 267-269	4
3.	Фотоколлометрическое определение ионов железа в технической серной кислоте		4
4.	Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии		4
5.	Ионообменная хроматография. Определение меди в разбавленных растворах после предварительного концентрирования		4
6.	Ионообменное разделение железа и меди и их фотоколориметрическое определение		4
ИТОГО			24

Литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-8, ПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – не удовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом

			техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
УК-8, ПК-2	Собеседование	Низкий (неудовлетворительно)	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый (удовлетворительно)	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый (хорошо)	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий (отлично)	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценки студента на зачете

Студент допускается к зачету, если:

- а) выполнил все практические работы;
- б) защитил их, ответив на контрольные вопросы по теме практической работы.

Зачет проходит в устной форме или в форме тестирования.

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, который не смог раскрыть основной вопрос даже на 50%, в ответах на другие (дополнительные) вопросы допустил существенные ошибки или не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Молекулярно-абсорбционные методы. Аппаратура применяемая в колориметрии и спектрофотометрии.
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
3. Молярный коэффициент поглощения. Спектры поглощения.
4. Визуальная колориметрия (методы: стандартных серий, колориметрического титрования, уравнивания, разбавления).
5. Основные методы колориметрических определений: градуировочного графика, молярного коэффициента поглощения, добавок).
6. Дифференциальная фотометрия. Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование.
7. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера (влияние прочности комплексных соединений, посторонних комплексообразующих ионов, pH). Закон аддитивности оптических плотностей.
8. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров.
9. Классификация оптических методов анализа. Основные узлы спектральных приборов.
10. Спектральные термы.
11. Интенсивность спектральных линий. Качественный спектральный анализ.
12. Количественный и полуколичественный спектральный анализ.
13. Фотографические методы количественного спектрального анализа: трех эталонов, постоянного графика переводного множителя, метод добавок.
14. Атомно-абсорбционный анализ. Фотометрия пламени.
15. Спектры люминесценции. Закон Стокса-Ломмеля.
16. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Тушение люминесцен-

ции.

17. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Возбуждение и регистрация спектров при химическом люминесцентном анализе.
18. Рефрактометрия.
19. Интерферометрия.
20. Поляриметрия.
21. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Константа экстракции.
22. Основные количественные характеристики экстракции (степень извлечения, фактор извлечения).
23. Классификация экстракционных систем. Экстракционные хелатные системы.
24. Электрохимическая ячейка.
25. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
26. Прямая и косвенная потенциометрия. Схема установки для потенциометрических измерений.
27. Общая характеристика электролитического осаждения в анализе.
28. Значение напряжения при электролитическом выделении металлов. Химическая и концентрационная поляризация, напряжение разложения и перенапряжение.
29. Электрогравиметрическое разделение. Внутренний электролиз.
30. Законы Фарадея. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Кулономеры.
31. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
32. Классическая полярография. Уравнение полярографической волны. Характеристика полярограммы.
33. Схема полярографической установки. Прямая полярография. Дифференциальная полярография.
34. Количественный полярографический анализ (методы градуировочного графика, стандартных растворов, добавок). Амперометрическое титрование
35. Метод инверсионная вольтамперометрии.
36. Кондуктометрия. Схема установки для определения электрической проводимости.
37. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

6.3 Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций: УК-8, ПК-2.

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б

типа на установление последовательности			– если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.2. Оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности в повседневной жизни и профессиональной деятельности и принимает меры по ее предупреждению.

Тест по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа»

Инструкция: Тест состоит из 15 заданий различных форматов. Внимательно читайте вопросы и инструкции к заданиям. На выполнение теста отводится 90 минут.

1. Вопрос с одним вариантом ответа

Вопрос: Какой из перечисленных методов относится к электрохимическим методам анализа?

- а) Спектрофотометрия
- б) Потенциометрия
- в) Газовая хроматография
- г) ЯМР-спектроскопия

Ответ: б) Потенциометрия

2. Вопрос с одним вариантом ответа

Вопрос: Какой параметр в оптических методах анализа непосредственно связан с концентрацией вещества в растворе согласно закону Бугера-Ламберта-Бера?

- а) Длина волны
- б) Оптическая плотность
- в) Коэффициент преломления
- г) Скорость света в среде

Ответ: б) Оптическая плотность

3. Вопрос с одним вариантом ответа

Вопрос: Что является подвижной фазой в газовой хроматографии?

- а) Жидкий растворитель
- б) Инертный газ-носитель
- в) Твердый сорбент

г) Водный раствор

Ответ: б) Инертный газ-носитель

4. Задание типа «верно-неверно»

Утверждение: Вольтамперометрия — это метод, основанный на измерении зависимости силы тока от приложенного потенциала.

Ответ: Верно

5. Задание типа «верно-неверно»

Утверждение: В жидкостной хроматографии подвижной фазой всегда является вода.

Ответ: Неверно (может быть органический растворитель или их смесь)

6. Задание с несколькими вариантами ответов (выберите 2 правильных)

Вопрос: Какие из перечисленных методов относятся к оптическим методам анализа?

- а) Полярография
- б) Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)
- в) Кондуктометрия
- г) Инфракрасная спектроскопия (ИК)

Ответ: б) Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), г) Инфракрасная спектроскопия (ИК)

7. Задание с несколькими вариантами ответов (выберите 2 правильных)

Вопрос: Какие факторы влияют на эффективность разделения в хроматографии?

- а) Температура колонки
- б) Цвет анализируемого вещества
- в) Природа и скорость потока подвижной фазы
- г) Материал кюветы в спектрофотометре

Ответ: а) Температура колонки, в) Природа и скорость потока подвижной фазы

8. Задание на соответствие

Соотнесите метод анализа с его основной характеристикой:

- 1. Потенциометрия
- 2. Спектрофотометрия
- 3. Газовая хроматография
- А. Измерение оптической плотности раствора
- Б. Измерение ЭДС гальванического элемента
- В. Разделение летучих соединений в потоке газа-носителя

Ответ:

1 – Б, 2 – А, 3 – В

9. Задание на соответствие

Соотнесите термин с его определением:

- 1. Удерживаемый объем
- 2. Электрохимическая ячейка
- 3. Монохроматор
- А. Устройство для выделения узкого спектрального интервала
- Б. Объем подвижной фазы, необходимый для элюирования компонента
- В. Система электродов и электролита для проведения электрохимических измерений

Ответ:

1 – Б, 2 – В, 3 – А

10. Задание на установление последовательности

Расположите этапы проведения количественного анализа методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в правильном порядке:

1. Регистрация и обработка хроматограммы
2. Пробоподготовка и ввод пробы в хроматограф
3. Калибровка по стандартным образцам
4. Подбор условий хроматографирования (подвижная фаза, колонка, скорость потока)

Ответ: 4 → 3 → 2 → 1

11. Задание на установление последовательности

Расположите в порядке увеличения энергии излучения:

1. Радиоволны
2. Видимый свет
3. Ультрафиолетовое излучение
4. Рентгеновское излучение

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

12. Задание с коротким ответом

Вопрос: Назовите основной закон, лежащий в основе количественного спектрофотометрического анализа.

Ответ: Закон Бугера-Ламберта-Бера

13. Задание с коротким ответом

Вопрос: Как называется график зависимости силы тока от потенциала в полярографии?

Ответ: Полярограмма

14. Задание с развернутым ответом

Вопрос: Опишите, как обеспечение безопасных условий при работе с электрохимическими методами анализа связано с компетенцией УК-8 (безопасность жизнедеятельности и устойчивое развитие). Приведите конкретные примеры мер безопасности при работе с потенциостатом и химическими реагентами.

Пример ответа:

Работа с электрохимическими методами требует строгого соблюдения правил техники безопасности для предотвращения химических, электрических и термических рисков. Это напрямую соотносится с компетенцией УК-8, так как обеспечивает сохранение здоровья персонала и предотвращение чрезвычайных ситуаций (например, разливов электролитов, возгораний, поражения током).

Меры безопасности:

1. **При работе с потенциостатом:** проверка изоляции проводов, заземление прибора, отключение от сети при смене ячейки, использование средств индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки).
2. **При работе с реагентами:** работа в вытяжном шкафу при использовании летучих или токсичных веществ (например, ртуть в полярографии, органические растворители), использование СИЗ (перчатки, очки, халат), знание мер первой помощи при ожогах или отравлениях, правильная утилизация отходов.

Соблюдение этих мер минимизирует профессиональные риски, предотвращает загрязнение окружающей среды и способствует устойчивой и безопасной организации лабораторного процесса.

15. Задание с развернутым ответом

Вопрос: Объясните, как хроматографические методы анализа могут быть использованы

для мониторинга окружающей среды в контексте обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития (компетенция УК-8). Приведите пример определения конкретных загрязнителей.

Пример ответа:

Хроматография (газовая и жидкостная) является ключевым инструментом экологического мониторинга, позволяя идентифицировать и количественно определять следовые количества токсичных веществ в воде, воздухе и почве. Это напрямую способствует реализации УК-8, так как обеспечивает раннее обнаружение загрязнений, оценку рисков и принятие мер по предотвращению ЧС.

Пример применения: Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС) для анализа:

- **Загрязнителей:** Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) в почве, пестициды в воде, летучие органические соединения (ЛОС) в атмосферном воздухе.
- **Процесс:** Отбор проб, экстракция целевых аналитов, хроматографическое разделение, детектирование и количественный расчет по калибровочным графикам.

Вклад в безопасность и устойчивость: Полученные данные позволяют контролировать соблюдение ПДК, выявлять источники загрязнения, оценивать эффективность природоохранных мероприятий и моделировать распространение вредных веществ, что является основой для принятия научно обоснованных решений в области экологической политики и защиты населения

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-2. Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам.	• ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теоретических и практических задач.

Тест по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа»

Инструкция: Тест состоит из 15 заданий различных форматов. Внимательно читайте вопросы и инструкции к заданиям. На выполнение теста отводится 90 минут.

Задания с выбором одного правильного ответа

1. Какой из перечисленных электрохимических методов основан на измерении зависимости силы тока от потенциала электрода в процессе электролиза?

- а) Кондуктометрия
- б) Потенциометрия
- в) Вольтамперометрия**
- г) Кулонометрия

2. В каком из оптических методов анализа используется измерение поглощения электромагнитного излучения в видимой и УФ-областях спектра?

- а) Рефрактометрия
- б) Спектрофотометрия**
- в) Флуориметрия
- г) Турбидиметрия

3. Какой параметр в газовой хроматографии характеризует время от момента ввода пробы до выхода максимума пика компонента?

- а) Объем удерживания
- б) Время удерживания**

- в) Коэффициент емкости
- г) Разрешение

Задания типа «Верно/Неверно»

4. Утверждение: В потенциометрии для прямых измерений используется электрохимическая ячейка с протекающим током.

Ответ: Неверно. (В прямых потенциометрических измерениях ток практически отсутствует или близок к нулю).

5. Утверждение: В методе высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) подвижной фазой всегда является органический растворитель.

Ответ: Неверно. (Подвижной фазой могут быть и водно-органические смеси, и буферные растворы).

Задания с выбором нескольких правильных ответов

6. Какие из перечисленных методов относятся к электрохимическим? (Выберите два правильных ответа)

- а) Атомно-абсорбционная спектроскопия
- б) рН-метрия
- в) ЯМР-спектроскопия
- г) Амперометрия

7. Какие из перечисленных параметров являются важными для идентификации вещества в хроматографии? (Выберите два правильных ответа)

- а) Время удерживания
- б) Высота пика
- в) Индекс удерживания Ковача (для ГХ)
- г) Ширина пика у основания

Задания на установление соответствия

8. Установите соответствие между методом анализа и измеряемым параметром:

- 1. Кондуктометрия
- 2. Фотоколориметрия
- 3. Потенциометрия
- 4. Хроматография
- А. Оптическая плотность раствора
- Б. Электропроводность раствора
- В. Разделение и время удерживания компонентов
- Г. ЭДС гальванического элемента

Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В

9. Установите соответствие между методом и типом используемого излучения/взаимодействия:

- 1. ИК-спектроскопия
- 2. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)
- 3. Флуориметрия
- 4. Рефрактометрия
- А. Инфракрасное излучение, колебания связей
- Б. Видимое/УФ излучение, испускание при релаксации
- В. Видимое/УФ излучение, преломление света
- Г. Видимое/УФ излучение, испускание возбужденных атомов

Ответ: 1-А, 2-Г, 3-Б, 4-В

Задания на установление правильной последовательности

10. Установите правильную последовательность этапов проведения количественного анализа методом спектрофотометрии:

- а) Измерение оптической плотности стандартных растворов

- б) Построение градуировочного графика
- в) Приготовление серии стандартных растворов
- г) Измерение оптической плотности анализируемого раствора
- д) Расчет концентрации по графику

Правильная последовательность: в) → а) → б) → г) → д)

11. Установите правильную последовательность событий в колонке газового хроматографа после ввода пробы:

- а) Детектирование компонентов
- б) Сорбция и десорбция компонентов между фазами
- в) Разделение компонентов
- г) Удержание компонентов неподвижной фазой
- д) Элюирование (выход) компонентов из колонки

Правильная последовательность: г) → б) → в) → д) → а)

Задания с кратким ответом

12. Как называется электрод, потенциал которого остается постоянным независимо от состава раствора?

Ответ: Электрод сравнения.

13. Как называется явление уменьшения интенсивности светового потока при прохождении через вещество за счет поглощения и рассеяния?

Ответ: Экстинкция (или общее ослабление). (Более точный для аналитической химии — «Поглощение», но вопрос сформулирован широко).

Задания с развернутым ответом

14. Объясните, в чем заключается принцип метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Опишите основные компоненты прибора и их назначение. Каковы преимущества ВЭЖХ перед классической жидкостной хроматографией?

Примерный ответ-эталон:

- **Принцип:** Разделение компонентов смеси между двумя несмешивающимися фазами – неподвижной (сорбент в колонке) и подвижной (жидкость, подаваемая под высоким давлением). Разделение основано на различии в распределении компонентов между этими фазами.
- **Основные компоненты:**
- **Резервуар с подвижной фазой:** Источник элюента.
- **Насос высокого давления:** Создает постоянный и воспроизводимый поток элюента.
- **Инжектор:** Вводит точно отмеренный объем пробы в поток.
- **Хроматографическая колонка:** Сердце прибора, где происходит разделение. Заполнена мелкодисперсным сорбентом.
- **Детектор (УФ, рефрактометрический и др.):** Регистрирует выход разделенных компонентов.
- **Система обработки данных (компьютер):** Фиксирует и обрабатывает хроматограмму.
- **Преимущества перед классической ЖХ:** Высокая эффективность (большое число теоретических тарелок) за счет мелкодисперсного сорбента, быстрота анализа благодаря высокому давлению, высокая чувствительность и воспроизводимость, возможность автоматизации.

15. Разработайте фрагмент плана урока для 10-11 класса (углубленный уровень) на тему «Спектрофотометрия: принцип и применение в аналитической химии». Укажите цель урока, перечислите не менее трех ключевых понятий, которые должны усвоить ученики, и предложите один демонстрационный или лабораторный эксперимент (с описанием его сути).

Примерный ответ-эталон:

- **Тема урока:** «Спектрофотометрия: как свет помогает узнать состав вещества».
- **Цель:** Сформировать у учащихся представление о физических основах спектрофотометрического метода анализа и его практическом применении для количественного определения веществ.
- **Ключевые понятия для усвоения:**
 1. Закон Бугера-Ламберта-Бера и его математическое выражение ($A = \varepsilon l C$).
 2. Понятия «оптическая плотность», «молярный коэффициент поглощения», «длина волны максимума поглощения».
 3. Принцип построения градуировочного графика и его использование для анализа неизвестных проб.
- **Демонстрационный эксперимент:** «Определение концентрации медного купороса в растворе».
- 1. **Суть:** Приготовить серию стандартных растворов CuSO_4 известной концентрации. Измерить их оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны $\sim 780\text{--}800\text{ нм}$ (характерное поглощение гидратированных ионов меди). Построить график $A = f(C)$. Затем измерить оптическую плотность исследуемого (неизвестного для учеников) раствора и по графику определить его концентрацию. Обсудить источники погрешностей.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А.Большова и др.] ; под ред. Ю.А.Золотова. – 5е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 384 с. (33 экз)
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А.Большова и др.] ; под ред. Ю.А.Золотова. – 5е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 494 с. (34 экз)
3. Аналитическая химия. Лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов / В.

П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина; под ред. В. П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 414 с. (29 экз)

4. Аналитическая химия : учебник для студ. вузов. В 2 кн. / В. П. Васильев. – 5-е изд., стер. – М. : Дрофа. Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. – 2005. – 438 с. (28 экз)

5. Аналитическая химия: учебник для студ. вузов / В. П. Васильев. – 4-е изд., стер. – М. : Просвещение, 2004. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. – 383 с. (28 экз)

6. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн./ Ю. А. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 614 с. (29 экз)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Сайт о химии - <http://www.ximuk.ru/> - здесь можно найти информацию по различным разделам химии. Интерфейс в высшей степени дружелюбный, прямо с главной страницы доступна быстрая навигация по «Химической энциклопедии».

4. Популярная библиотека химических элементов - <https://web.archive.org/web/20161021151915/http://n-t.ru/ri/ps/>

5. Электронная библиотека по химии МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник [http:// polpred.com/news](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется **Лаборатория аналитической химии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Принтер
- Мультимедийный проектор
- Экспозиционный экран (навесной)
- Анализатор АНИОН-7051 (1 шт.)
- Весы аналитические VIBRA HT-84RCE (2 шт.)
- Жидкостная хроматографическая система с кондуктометрическим детектированием «Джетхром» (1 шт.)
- Прибор для получения особо чистой деонизованной воды «Водолей» (1 шт.)
- Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Лристалл 2000М» (1 шт.)
- Кондуктометр «Анион 4120» (1 шт.)
- Насос вакуумный-компрессор (мини) Portlab N86 KTE (1 шт.)
- Устройство для фильтрации и дегазации растворов АНО-1566 «Phenomenex» (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-4 (с ротором) (1 шт.)

- Весы ВЛР-200 (аналитические) (2 шт.)
- Весы ВЛР-200Г (с гирями) (1 шт.)
- Весы ЕК-400Н (Эй энд Ди)(0,01г.) (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (технические) (1 шт.)
- Вытяжной зонт (1 шт.)
- Иономер И130 2М.1 (1 шт.)
- Комплекс вольтамперометрический СТА (1 шт.)
- Микроскоп МБС-10 (1 шт.)
- Шкаф сушильный
- Муфельная печь (ПМ-8) (1 шт.)
- Аквадистиллятор (ДЭ-4-2М) (1 шт.)
- Комплекс пробоподготовки «Термос-экспресс» ТЭ 1 (1 шт.)
- Фотометр КФКЗКМ (1 шт.)
- Пробоотборная система ПЭ-1420 (1 шт.)
- Фторопласт пробоотб. система ПЭ-1320 (1 шт.)
- Центрифуга (1 шт.)
- Эксикатор (2 шт.)
- Штатив ШЛ – 01 «ЛАБ» (7 шт.)
- Магнитная мешалка П-Э-6100 (1 шт.)
- Комплект «Ареометр учебный» (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа»
 - Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
 - Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Используемое программное обеспечение: Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

Разработчик: Панова Л.П., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры (протокол № ____ от ____ 2026 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения:	
№ страницы с изменением:	
Исключить:	Включить: