Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 28.10.2026 10:20:51
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Шмелев Н.А.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы исследования в химии

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
04.03.01 Химия

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Нефтехимия и химическая технология

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 Химия профиль Нефтехимия и химическая технология, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Козлова Г.Г.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: - формирование способности понимать природу и сущность явлений, процессов в различных физико-химических системах, лежащих в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ;
- формирование способности обосновывать оптимальный выбор метода, схемы анализа, условий регистрации аналитического сигнала на основе теоретических положений физико-химических методов анализа.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-2	Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции	ПК-2.1. Осуществляет контроль качества сырья, компонентов и расходных материалов, выпускаемой продукции в области переработки нефти и газа, учитывая экологические требования
		ПК-2.2. Применяет методы контроля (органолептический, измерительный, лабораторный, физико-химический, микробиологический) качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции
		ПК-2.3. Проводит анализ соответствия качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции нормативно-технической документации (ГОСТ, ТУ и т.д.)

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетные единицы (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	216	5 семестр - 216
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	126	5 семестр - 126

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
в том числе:		
лекции	54	5 семестр - 54
лабораторные занятия	72	5 семестр - 72
практические занятия	0	
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	1	5 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	90	5 семестр - 90
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	5 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	Эк, час.	СРС, час.	
3 курс / 5 семестр						
1	Оптические методы анализа					
1.1	Введение. Спектроскопические методы анализа. Основные принципы и понятия. Спектры атомов и молекул. Законы поглощения и излучения. Классификация методов. Отбор газообразных, жидких и твердых проб. Пробоподготовка. Экскурсия в Экологическую лабораторию.Прямые способы измерения аналитических сигналов (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом); абсолютные (безэталонные) и относительные методы.Основные принципы оптической спектроскопии: природа света; электромагнитное излучение; взаимодействие света и материи; типы спектров. Оптика в спектроскопии: источники света, линзы и зеркала; монохроматоры; фотодетекторы. Качественный анализ по спектрам поглощения в видимой области	4	6		6	Устный опрос, Лабораторная работа, Кейс-задания

	(лабораторная работа).					
1.2	Атомно-эмиссионная спектроскопия. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ.	4	6		6	Тестирование
1.3	Атомно-абсорбционная спектроскопия. Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры. Источники излучения (лампы с полым катодом, высокочастотные безэлектродные лампы, лазеры). Способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная, холодный пар). Детекторы. Достоинства и недостатки метода.Атомная абсорбционная спектроскопия. Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры. Источники излучения (лампы с полым катодом, высокочастотные безэлектродные лампы, лазеры). Способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная, холодный пар). Детекторы. Достоинства и недостатки метода, область применения. Количественный анализ.Определение массовой концентрации металлов в пробе воды на атомно-абсорбционном спектрометре «КВАНТ Z.ЭТА» с электротермической атомизацией пробы	4	6		6	Кейс-задания, Тестирование
1.4	ИК-спектроскопия. Виды и энергия колебаний молекул. Модели гармонического и ангармонического осциллятора. Квантование колебательной энергии. Аппаратура: источники излучения (штифт Нернста, глобар, платино-керамические стержни, лазер). Особенности ввода газообразных, жидких и твердых проб. Растворители в ИК-спектроскопии. Монохроматоры и детекторы (термопары, болометры, пироэлектрические детекторы). Значении ИК- спектроскопии в определении функциональных групп.	6	8		4	Тестирование, Кейс-задания
1.5	УФ-видимая спектроскопия.	6	8		4	Лабораторная работа, Кейс-

	Электронные переходы в молекулах органических веществ. Влияние различных факторов на смещение сигнала в УФ-спектрах. УФ-спектрометр: общая блок-схема, источники излучения, монохроматоры, детекторы. УФ-спектроскопия в идентификации сопряженных органических соединений.					задания, Тестирование
1.6	Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Теоретические основы метода. Процессы дезактивации возбужденных молекул. Основные законы люминесценции. Спектрофлуориметр. Количественный люминесцентный анализ. Определение концентрации фенолов в пробе воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».	4	4		4	Тестирование
2	Масс-спектрометрические методы анализа					
2.1	Масс-спектрометрия. Принцип метода. Решаемые методом задачи. Блок-схема масс-спектрометра. Ввод пробы. Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация). Типы масс-анализаторов (секторный магнитный, времяпролетный, квадрупольный, ионная ловушка). Детекторы (микроканальные пластины, диноды, фотоумножители). Основные правила расшифровки масс-спектров.Масс-спектры отдельных классов органических соединений	10	10		4	Кейс-задания, Тестирование
3	Хроматографические методы анализа					
3.1	Хроматография. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Адсорбенты и элюенты в хроматографии. Подбор адсорбента и элюента. Тонкослойная и колоночная хроматография	4	6		4	Лабораторная работа, Кейс-задания, Тестирование

3.2	Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор), их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.	4	6		4	Кейс-задания, Тестирование
3.3	Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.	2	4		4	Кейс-задания, Тестирование
3.4	Ионообменная, эксклюзионная и гель-хроматография. Ионообменная хроматография. Принцип метода и области применения. Эксклюзионная и гель-хроматография. Определяемые вещества и области применения.	2	4		4	Тестирование
3.5	Капиллярный электрофорез Теоретические основы метода. Прибор "Капель": принцип работы, возможности метода.	4	4		4	Тестирование
4	Экзамен			1	36	
Итого по 3 курсу 5 семестру		54	72	1	90	
Итого по дисциплине		54	72	1	90	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.
3 курс / 5 семестр		
1.	Основные принципы и понятия. Спектры атомов и молекул	2
2.	Законы поглощения и излучения. Классификация методов.	2
3.	Прямые способы измерения аналитических сигналов	2

4.	Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра.	2
5.	Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники. Физические и химические процессы в атомизаторах.	2
6.	Качественный и количественный анализ.	2
7.	Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры.	2
8.	Способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная, холодный пар). Количественный анализ.етекторы.	2
9.	Определение массовой концентрации металлов в пробе воды на атомно-абсорбционном спектрометре «КВАНТ Z.ЭТА» с электротермической атомизацией пробы	2
10.	Виды и энергия колебаний молекул. Модели гармонического и ангармонического осциллятора. Квантование колебательной энергии.	2
11.	Аппаратура: источники излучения (штифт Нернста, глобар, платино-керамические стержни, лазер). Особенности ввода газообразных, жидких и твердых проб.	2
12.	Растворители в ИК-спектроскопии. Монохроматоры и детекторы (термопары, болометры, пироэлектрические детекторы).	2
13.	Значении ИК- спектроскопии в определении функциональных групп.	2
14.	Электронные переходы в молекулах органических веществ.	2
15.	Влияние различных факторов на смещение сигнала в УФ-спектрах.	2
16.	УФ-спектрометр: общая блок-схема, источники излучения, монохроматоры, детекторы.	2
17.	УФ- спектроскопия в идентификации сопряженных органических соединений.	2
18.	Теоретические основы метода. Процессы дезактивации возбужденных молекул. Основные законы люминесценции.	2
19.	Количественный люминесцентный анализ. Определение концентрации фенолов в пробе воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».	2
20.	Принцип метода. Решаемые методом задачи. Блок-схема масс-спектрометра.	2

21.	Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация).	2
22.	Типы масс-анализаторов (секторный магнитный, времяпролетный, квадрупольный, ионная ловушка). Детекторы (микроканальные пластины, диноды, фотоумножители).	2
23.	Основные правила расшифровки масс-спектров.	2
24.	Масс-спектры отдельных классов органических соединений	2
25.	Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.	2
26.	Адсорбенты и элюенты в хроматографии. Подбор адсорбента и элюента.	2
27.	Тонкослойная и колоночная хроматография.	2
28.	Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения.	2
29.	Схема газового хроматографа	2
30.	Колонки. Детекторы (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор), их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.	2
31.	Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).	2
32.	Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.	2
33.	Ионообменная хроматография. Принцип метода и области применения.	2
34.	Эксклюзионная и гель-хроматография. Определяемые вещества и области применения.	2
35.	Теоретические основы метода.	2
36.	Прибор "Капель": принцип работы, возможности метода.	2

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

58. Детекторы, используемые в УФ-видимой спектроскопии:
1. Фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, диодные линейки;
2. Фотоэлементы, пламенно-ионизационные детекторы, детекторы электронного захвата;
3. Фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, термопары;
4. Термопары, болометры, пироэлектрические детекторы.

68. На графике масс-спектра по оси абсцисс и ординат откладываются:
1. Отношение массы иона к его заряду и интенсивность сигнала;
2. Длина волны и коэффициент светопоглощения;
3. Волновое число и пропускание;
4. Длина волны и интенсивность сигнала.

80. Установите соответствие
Основные блоки Масс-спектрометра и применяемые в них методы

А) Электроспрей	1) Источник ионов
Б) Микроканальные пластины	2) Масс-анализатор
В) Диноды	3) Детектор
Г) Ионная ловушка	

81. Установите соответствие
Способ ионизации образца в масс-спектрометрии с его основная идея осуществления

А) Электронный удар	1) Образец на ионизацию поступает в полярном растворителе через металлический капилляр
Б) Химическая ионизация	2) Образец помещают в «матрицу» - перемешивают с веществом, имеющим меньший молекулярный вес и обладающим высокой способностью поглощать лазерное излучение
В) Электроспрей	3)Ионизация вещества пучком предварительно

	ионизированных молекул газа (CH4, NH3 и др.)
Г) Лазерная десорбция	4) Пары образца бомбардируют ускоренными электронами
	5) Источник излучения – УФ излучение

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах*)*:
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Устный опрос

Устный опрос применяется как метод проверки знаний обучающихся по конкретной тематике
Устный опрос по теме Спектроскопические методы анализа:

1. Электромагнитный спектр и спектроскопические методы.
2. Волновая природа света (характеристики света как волны, преломление света, рассеяние света).
3. Дисперсия, дифракция и интерференция света.
4. Разложение светового потока. Светофильтры, призмы и дифракционные решетки в оптических приборах.
5. Корпускулярная природа света. Фотоэффект внешний и внутренний, фотоэлементы (электровакуумный и полупроводниковый).

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания устного опроса

Описание методики оценивания выполнения устного опроса: при оценке ответа студента на устный вопрос учитывается: насколько раскрыто содержание темы, структурированность ответа, его логичность, умение формулировать ответ, уровень понимания материала.
Критерии оценки
5 баллов выставляется студенту, если: в ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
4 балла выставляется студенту, если: основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала.
Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
3 балла выставляется студенту, если: тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное

умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.
0-2 балла выставляется студенту, если: тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

Кейс-задания

Описание кейс-заданий: кейс-задание представляет собой ситуационную задачу, требующую осмысления, анализа, а затем решения. Решение кейс-задания должно быть аргументированным, содержать пояснения.
При идентификации аминокислот в концентрате из белкового гидролизата фронт растворителя (смесь н-бутанола, уксусной кислоты и воды) переместился от центра хроматографической бумаги на 55 мм. После опрыскивания хроматограммы раствором нингидрина получили три синих пятна с центрами, удаленными от стартовой линии на 20, 25 и 45 мм. В идентичных условиях хроматографировали растворы аминокислот и получили следующие коэффициенты подвижности: аспарагиновая кислота – 0,24, глутаминовая кислота – 0,36, лизин – 0,46, валин – 0,64, аланин – 0,82, тирозин – 0,90. Какие аминокислоты содержатся в концентрате из белкового гидролизата?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения кейс-заданий

Описание методики оценивания: при оценке решения кейс-задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
Критерии оценки (в баллах) (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):
- **2** балла выставляется студенту, если задание грамотно проанализировано, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владение навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение кейс-задание;
- **1** балл выставляется студенту, если задание проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение кейс-задания, но имеет значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задание не проанализировано, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение кейс-задания не найдено.

Информационный поиск

Информационный поиск по плану:
1. Теоретические основы метода
2. Общая схема прибора. Характеристика отдельных блоков.
3. Качественный анализ с применением данного метода
4. Количественный анализ с применением данного метода
5. Возможности метода.
6. Современные приборы на рынке.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения информационного пориска

Информационный поиск

Описание методики оценивания выполнения информационного поиска: оценка за выполнение информационного поиска ставится на основании качества собранного теоретического материала по предложенной теме, умений и навыков работы с информацией и информационными системами, навыков разработки презентации, способности анализировать и систематизировать найденный теоретический материал.

Критерии оценки*:*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируется знание темы; демонстрируются умения и навыки работы с информацией и информационными системами, навыки разработки презентации, умение обобщить и структуировать собранный теоретический материал; владение навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируется знание темы; демонстрируются умения и навыки работы с информацией и информационными системами, навыки разработки презентации; демонстрируются некоторые недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются некоторые недостатки во владении навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знание темы; демонстрируются слабые умения и навыки работы с информацией и информационными системами, слабые навыки разработки презентации; демонстрируются заметные недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются серьезные недостатки во владении навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знание темы, умений и навыков работы с информацией и информационными системами; слабые навыки разработки презентации; демонстрируются значительные недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются отсутствие навыков анализа и систематизации найденного теоретического материала.

Лабораторная работа

Работа 1. Качественный анализ по спектрам поглощения в видимой области

Окрашенные растворы ионов металлов, обладающих интенсивным собственным поглощением, можно использовать для количественного определения больших количеств вещества, а также для идентификации веществ.

Реактивы, посуда, аппаратура

1. Стандартный раствор соли меди (II), 5 мг/мл.
Стандартный раствор соли никеля (II), 10 мг/мл.
Стандартный раствор соли кобальта (II), 10 мг/мл.
Стандартный раствор KMnO4, 0,1 мг/мл.
Стандартный раствор K2Cr2O7, 0,1 мг/мл.
2. Колбы мерные вместимостью 25 мл, 50 мл.
Пипетки градуированные вместимостью 10 мл.
Бюретки вместимостью 25 мл.
3. Фотоэлектроколориметр (спектрофотометр) любого типа.

Выполнение работы

Приготовление стандартных растворов.

1.1. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Co(II) 50, 100, 150 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли кобальта (C = 10 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.

1.2. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Ni(II) 50, 100, 150 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли никеля (*C* = 10 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.
1.3. Готовят три стандартных раствора с содержанием соли Cu(II) 25, 50, 75 мг. Для этого в мерные колбы с помощью бюретки вносят 5,0; 10,0; 15,0 мл раствора соли меди (*C* = 5 мг/мл), объем раствора доводят до 25 мл дистиллированной водой и перемешивают.
1.4. Готовят 3 стандартных раствора с содержанием KMnO4 0,2; 0,3; 0,5 мг. Для этого в мерные колбы пипеткой вносят 2,0; 3,0; 5,0 мл раствора KMnO4 (*C* = 0,1 мг/мл), объем раствора доводят до 50 мл дистиллированной водой и перемешивают.
1.5. Готовят 3 стандартных раствора с содержанием K2Cr2O7 0,2; 0,3; 0,5 мг. Для этого в мерные колбы пипеткой вносят 2,0; 3,0; 5,0 мл раствора K2Cr2O7 (*C* = 0,1 мг/мл), объем раствора доводят до 50 мл дистиллированной водой и перемешивают.
2. *Выбор аналитической длины волны.* В кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см измеряют оптическую плотность одного из стандартных растворов (как правило, с максимальной концентрацией) поочередно со всеми светофильтрами. В качестве *раствора сравнения* используют дистиллированную воду. Измерения заносят в таблицу.

l									
A, нм									

В качестве ан выбирают ту, при которой оптическая плотность максимальна.
3. *Измерение оптической плотности стандартных растворов.*
3.1. При выбранном значении lан в кювете длиной 1 см измеряют оптические плотности всех стандартных растворов, начиная с наименее концентрированного раствора. Измерения повторяют до получения 3-х воспроизводимых результатов, данные заносят в таблицу.

C, мг/мл	A_1	A_2	A_3	$A_{ср}$

3.2. При выбранной длине волны lан измеряют оптическую плот- ность одного из стандартных растворов поочередно в кюветах длиной 1, 2, 3 см. Результаты измерений заносят в таблицу.

l, см	A_1	A_2	A_3	$A_{ср}$

Обработка результатов.
1. По данным таблицы 1 построить кривую светопоглощения (электронный спектр) в координатах *A* = *f*(l)
2. Определить основные характеристики спектра поглощения:
– число полос поглощения
– длину волны в максимуме поглощения (lmax)
– ширину полосы поглощения
– интенсивность полосы поглощения (ε max при l = lmax)
3. По данным таблицы 2 вычислить значение молярного коэффициента поглощения lmax с учетом основного закона светопоглощения *A* = ε *l C*, выразив концентрацию раствора в моль/л и принимая во внимание *l* = 1. Сравнить значения ε, полученные для разных концентраций.
Вычислить ε для l ¹ lmax, сравнить значения ε, полученные для разных длин волн.
По данным таблицы 3 рассчитать величину ε для разной толщины поглощающего слоя, сравнить значения.
Сделать вывод о влиянии концентрации светопоглощающего вещества, толщины поглощающего слоя, длины волны излучения на величину ε, сопоставить со справочными данными.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

Критерии оценки (в баллах*):*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **0**-**2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 3 курс / 5 семестр

1. *Пробоотбор и пробоподготовка*. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор проб газов, жидкостей и твёрдых веществ. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.
2. Градуировка и её роль в процессе анализа.
3. Основы спектроскопии: волновая и корпускулярная природа света.
4. Аппаратура для оптической спектроскопии. Источники излучения, монохроматоры, приёмники излучения.

5. Методы атомной спектроскопии (теоретические основы). Атомные модели. Спектр атома водорода.
6. *Атомно-абсорбционная спектроскопия:* поглощение света свободными атомами. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры.
7. *Атомно-абсорбционная спектроскопия:* источники излучения (лампы с полым катодом, высокочастотные безэлектродные лампы, лазеры).
8. *Атомно-абсорбционная спектроскопия:* способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная, холодный пар). Детекторы. Достоинства и недостатки метода.
9. *Атомно-эмиссионная спектроскопия*. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ.
10. *ИК-спектроскопия*: теоретические основы. Виды и энергия колебаний молекул. Модели гармонического и ангармонического осциллятора. Квантование колебательной энергии.
11. *ИК-спектроскопия*: схема однолучевого и двухлучевого ИК-спектрометра. Аппаратура для ИК-спектроскопии: источники излучения (штифт Нернста, глобар, платино-керамические стержни, лазер).
12. *ИК-спектроскопия*. Аппаратура для ИК-спектроскопии: особенности ввода газообразных, жидких и твердых проб. Растворители в ИК-спектроскопии.
13. *ИК-спектроскопия*. Аппаратура для ИК-спектроскопии: монохроматоры и детекторы (термопары, болометры, пироэлектрические детекторы).
14. *ИК-спектроскопия* (качественный анализ). Значении ИК- спектроскопии в определении функциональных групп.
15. *УФ-видимая спектроскопия:* возбуждение валентных электронов молекулы. s-, p- n-молекулярные орбитали. $\sigma \rightarrow \sigma^*$ и $n \rightarrow \sigma^*$ электронные переходы.
16. *УФ-видимая спектроскопия:* $p \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Влияние различных факторов (полярности растворителя, электронных эффектов) на смещение пика в спектре или изменение его интенсивности.
17. *УФ-видимая спектроскопия:* $n \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Влияние различных факторов (полярности растворителя, электронных эффектов) на смещение пика в спектре или изменение его интенсивности. Хромофоры.
18. *УФ-видимая спектроскопия:* аппаратура (общая блок-схема, источники излучения, монохроматоры, детекторы).
19. *УФ-видимая спектроскопия:* (качественный и количественный анализ). Методы УФ-спектроскопии в идентификации сопряженных органических соединений. Единицы измерения и способы изображения спектров.
20. *Молекулярная люминесцентная спектроскопия*. Классификация люминесценции по способам возбуждения. Теоретические основы.
21. *Молекулярная люминесцентная спектроскопия*. Блок-схема спектрофлуориметра. Основные законы люминесценции. Качественный анализ.
22. *Масс-спектрометрия*. Принцип метода. Решаемые методом задачи. Блок-схема масс-спектрометра. Ввод пробы. ассификация люминесценции по способам возбуждения. Теоретические основы.
23. *Масс-спектрометрия*. Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация).
24. *Масс-спектрометрия*. Типы масс-анализаторов (секторный магнитный, времяпролетный, квадрупольный, ионная ловушка). Детекторы (микроканальные пластины, диноды, фотоумножители).
25. *Масс-спектрометрия*. Масс-спектр. Правила определения молекулярного иона.
26. *Масс-спектрометрия*. Анализ пиков M, M+1, M+2.

27. *Хроматография*. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
28. *Хроматография*. Адсорбенты в хроматографии.
29. *Хроматография*. Элюенты в хроматографии. Подбор адсорбента и элюента.
30. *Тонкослойная хроматография*. Работа с хроматограммами. Идентификация соединений. Хроматографическая подвижность.
31. *Колоночная хроматография*. Сухой и мокрый способ заполнения колонок. Понятие теоретических тарелок.
32. *Газовая хроматография*. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор), их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.
33. *Жидкостная хроматография*. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.
34. *Ионообменная хроматография*. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии.
35. *Эксклюзионная хроматография*. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.
36. *Гель-хроматография*. Механизм, сорбенты, области применения.

Образец экзаменационного билета

<table>
<tr><td colspan="2">МИНОБРНАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ
Кафедра биологии, экологии и химии</td></tr>
<tr><td>Дисциплина: Физико-химические методы исследования в химии
очная форма обучения
3 курс 5 семестр</td><td>Курсовые экзамены 20__-20__ г.
Направление 04.03.01 Химия
Профиль: Нефтехимия и химическая технология</td></tr>
<tr><td colspan="2">Экзаменационный билет № 1
1. Градуировка и её роль в процессе анализа.
2. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация люминесценции по способам возбуждения. Теоретические основы.</td></tr>
<tr><td>Дата утверждения: __.__._____</td><td>Заведующий кафедрой
_____</td></tr>
</table>

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

5 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студ. вузов, обуч. по химико-технолог. напр. и спец. : в 2-х т. Т.1 / Под ред. А. А. Ищенко .— М. : Академия, 2010 .— 352 с. : ил .— (Высшее профессиональное образование) .
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студ. вузов, обуч. по химико-технолог. напр. и спец. : в 2-х т. Т.2 / Под ред. А. А. Ищенко .— М. : Академия, 2010 .— 412 с. : ил .— (Высшее профессиональное образование)
3. Применение спектроскопии в органической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.А. Зайнуллин, О.С. Куковинец, Р.В. Кунакова ; АН РБ, Отделение химии .— Уфа : Гилем, 2007 .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Zaynullin R.A. Kukovinec O.C. Kunakova R.V.Primenenie spektroskopii v organicheskoy himii. –Ufa Gilem, 2007.pdf>.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Звеков, А.А. Спектральные методы исследования в химии: учебное пособие / А.А. Звеков, В.А. Невоструев, А.В. Каленский; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный уни-верситет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 124 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=437497&sr=1
2. Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Электронный ресурс] / А.Т. Лебедев .— Москва : Техносфера, 2013 .— 632 с. — (Мир химии) .— ISBN 978-5-94836-363-9 .— <URL:http://biblioclub.ru/
3. Долгоносов, А.М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование [Электронный ресурс] / А.М. Долгоносов, О.Б. Рудаков, А.Г. Прудковский . — М. : Лань, 2015 .— 468 с. — https://e.lanbook.com/book/63592

5.3. Другие учебно-методические материалы

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software

4. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор, компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны). Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Математический пакет Scalib 3. Pascalabc, PascalABC.NET
Аудитория 110(ФМ)	Для лабораторных занятий, Для практических занятий	Анализатор, весы, газоанализатор, комплект атомно-абсорбционного спектра квант-z-.эта-1, поляриметр, хроматограф, шкаф вытяжной. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 21(БФ)	Для хранения оборудования	Дистиллятор, мебель, учебный набор, химическая посуда.
Аудитория 24(БФ)	Для хранения оборудования	Ксерокс, ноутбук, проектор. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 40(БФ)	Лекционная	Доска, интерактивный программно-аппаратный комплекс, крепление для проектора, мебель, монитор, проектор, системный блок, экран.
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux