Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:54:28
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

Инструментальные методы в анализе объектов окружающей среды

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
05.03.06 Экология и природопользование

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Экологическая безопасность и охрана труда

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 05.03.06 Экология и природопользование профиль Экологическая безопасность и охрана труда, 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*	Лобов С.Л.
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 знаний, умений и владений основными физико-химическими (инструментальными) методами, современной аппаратурой и оборудованием для выполнения научно-исследовательских работ.

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-1	Способен осуществлять мониторинг в области охраны окружающей среды	ПК-1.1. Выявляет и анализирует причины и источники аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду
		ПК-1.2. Выявляет и анализирует причины и источники сверхнормативного образования отходов
		ПК-1.3. Подготавливает предложения по устранению причин аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ

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 - 108 6 семестр - 108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	88	5 семестр - 44 6 семестр - 44
в том числе:		
лекции	32	5 семестр - 16 6 семестр - 16
лабораторные занятия	28	5 семестр - 28
практические занятия	28	6 семестр - 28

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	1	6 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	128	5 семестр - 64 6 семестр - 64
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	6 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности					Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	П, 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. Основные принципы оптической спектроскопии: природа света; электромагнитное излучение; взаимодействие света и материи; типы спектров. Оптика в спектроскопии: источники света, линзы и зеркала; монохроматоры; фотодетекторы.	4	4			8	Информационный поиск, Кейс-задания
1.2	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 техника, холодный пар). Детекторы. Достоинства и	4	6			16	Кейс-задания, Тестирование

	недостатки метода						
1.3	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			8	Кейс-задания, Тестирование
1.4	ИК-спектроскопия. иды 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.	4	6			16	Кейс-задания, Тестирование
1.5	УФ-видимая спектроскопия УФ-видимая спектроскопия: аппаратура (общая блок-схема, источники излучения, монохроматоры, детекторы). Методы УФ-спектроскопии в идентификации сопряженных органических соединений.	4	8			16	Кейс-задания, Тестирование
Итого по 3 курсу 5 семестру		16	28			64	
3 курс / 6 семестр							
1	Масс-спектрометрические методы						
1.1	Масс-спектрометрия ринцип 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) –	4		6		4	Кейс-задания, Тестирование

	экскурсия в Экологическую лабораторию. Основные правила расшифровки масс-спектров.Масс-спектры отдельных классов органических соединений						
2	Электрохимические методы анализа						
2.1	Потенциометрия Принцип метода. Прямая потенциометрия. Измерение pH с помощью стеклянного электрода. Другие типы электродов и области их применения	4		8		6	Кейс-задания, Лабораторная работа
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		8		8	Кейс-задания, Тестирование, Лабораторная работа
3.2	Приборная хроматография (газовая и жидкостная) 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.Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.	4		6		10	Кейс-задания, Тестирование
3.3	Экзамен				1	36	
Итого по 3 курсу 6 семестру		16		28	1	64	

Итого по дисциплине	32	28	28	1	128	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

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

94. Назовите основные детекторы, применяемые в газовой хроматографии:
1. рефрактометрический и спектрофотометрический детекторы;
2. катарометр, дифференциальный детектор, интегральный детектор, термопара;
3. болометры, оптико-акустические ячейки, пироэлектрические устройства, детектор электроннного захвата;
4. катарометр, пламенно-ионизационный, пламенно-фотометрический, детектор электроннного захвата.

95. Определите возможность газовой хроматографии исследовать газообразные и твердые вещества
1. нельзя исследовать ни газообразные, ни твердые вещества;
2. можно исследовать любые газообразные вещества, а твердые - только летучие;
3. можно исследовать любые газообразные и твердые вещества;
4. газообразные вещества можно, а твердые нельзя.

96. Анализ бесцветных веществ в тонкослойной хроматографии проводят следующим образом:
1. проявляют реагентами, дающими окрашенные соединения с компонентами смеси;
2. обугливают органические вещества термообработкой;
3. блюдают люминесценцию пятен при облучении УФ светом.

46. Установите соответствие

Части двухлучевого ИК-спектрометра:

А) Болометр	1) Монохроматор излучения
Б) Призма из хлорида натрия	2) Источник излучения
В) Глобар	3) Регистрирующее устройство и компьютер для обработки данных
Г) Кювета из неорганических солей	4) Вращающееся секторное зеркало
	5) Приемник излучения
	6)Устройство ввода пробы

А	Б	В	Г

47. В ИК-спектрах органических соединений выделяют области:

А) Область валентных колебаний простых связей X–H: O– H, N–H, C–H, S–H	1) 4000-2500 $см^{-1}$
Б) Область валентных колебаний кратных связей X=Y, X≡Y: C=C, C=O, C=N, C≡C, C≡N.	2) 2500-1500 $см^{-1}$
В) Область валентных колебаний простых связей X–Y: C–C, C–N, C–O и деформационных колебаний простых связей X–H: C–H, O–H, N–H	3) 2500-500 см-1.
	4) 1500-500 см-1.

А	Б	В	

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 %;

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.
24. 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 следующему плану:
1. Теоретические основы метода.
2. Основное оборудование.
3. Качественный анализ.
4. Количественный анализ.
5. Области применения метода.

Оформлается в виде презентации

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения информационного поиска

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 3. Разделение смеси аминокислот методом тонкослойной хроматографии

Цель работы: разделить и идентифицировать смесь простейших аминокислот – а-аланина и аспарагиновой кислоты методом тонкослойной хроматографии.

Сущность работы: В тонкослойной хроматографии (ТСХ) процесс разделения происходит в слое тонкодисперсного сорбента, нанесенного на стеклянную или металлическую пластинку. В органическом анализе наибольшее распространение получила адсорбционная ТСХ (подвижная фаза – жидкость, неподвижная фаза – адсорбент).

Анализ смеси веществ проводят по следующей схеме: на пластинку сорбента на небольшом расстоянии от края наносят на линию старта каплю разделяемой смеси, пластинку подсушивают и помещают в хроматографическую камеру с подвижной фазой. Подвижная фаза под действием капиллярных сил поднимается по сорбенту, вместе с ней перемещаются с различной скоростью определяемые вещества.

Анализируемый раствор наносят на стартовую линию с помощью стеклянного капилляра в объеме не более 5–10 мкл. Чем меньше площадь стартового пятна, тем менее размытой будет зона вещества после хроматографирования. Поэтому пробу наносят в одну и ту же точку в несколько приемов, каждый раз подсушивая пятно.

Зоны разделяемых веществ имеют вид пятен, которые могут быть видимыми и невидимыми; в последнем случае хроматограмму проявляют – опрыскивают раствором специфического реагента, либо подвергают воздействию УФ-излучения.

Скорость перемещения компонентов определяется соответствующими коэффициентами распределения: чем меньше коэффициент распределения, тем быстрее вещество передвигается по сорбенту. В качестве характеристики удерживания используется величина R_f – подвижность, определяемая как отношение расстояния фронтов компонента и ПФ.

Растворы, реактивы, аппаратура.

1. Стандартный раствор а-аланина, 0,5 мг/мл
2. Стандартный раствор аспарагиновой кислоты, 0,5 мг/мл
3. Раствор нингидрина 0,25% в водонасыщенном н-бутиловом спирте
4. Подвижная фаза – н-бутанола, ледяной уксусной кислоты и воды в объемном соотношении (4:1:5)
5. Хроматографические пластины
6. Капилляры стеклянные
7. Хроматографическая камера

Выполнение работы

1. На дно хроматографической камеры помещают подвижную фазу (высота слоя около 0,5 см), закрепляют на задней стенке камеры кусочек фильтровальной бумаги, смоченный в растворителе, затем закрывают крышкой и оставляют на 15–20 мин для насыщения камеры парами подвижной фазы.
2. На хроматографической пластинке на расстоянии около 1 см от нижнего края отмечают линию старта и с помощью капилляра наносят на стартовую линию каплю раствора разделяемой смеси, рядом наносят по капле растворов индивидуальных аминокислот, используемых в качестве стандартов.
3. Пластинку высушивают, помещают в хроматографическую камеру и плотно закрывают крышкой. Во время разделения не рекомендуется открывать крышку камеры, перемещать камеру.
4. Когда фронт подвижной фазы пройдет заданное расстояние и произойдет разделение компонентов, пластинку вынимают, высушивают в токе теплого воздуха и приступают к идентификации пятен.
5. Для обнаружения пятен хроматограмму опрыскивают раствором нингидрина и подсушивают.

После хроматографирования сопоставляют положение пятен исследуемой смеси и индивидуальных веществ, затем делают вывод о присутствии или отсутствии их в анализируемом растворе.

6. Для идентификации компонентов сравнивают рассчитанные величины R_f для компонентов смеси и индивидуальных веществ.

Задания:

1). При подготовке элюотропной смеси для разделения аминокислот Вам предстоит работать с ледяной уксусной кислотой. Опишите правила работы с концентрированными кислотами.

2) При проведении тонкослойной хроматографии Вам предстоит работать с капиллярами. Опишите правила работы с ними.

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 / 6 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 М, М+1, М+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: Инструментальные методы в анализе объектов окружающей среды
очная форма обучения
3 курс 6 семестр</td><td>Курсовые экзамены 20__-20__ г.
Направление 05.03.06 Экология и природопользование
Профиль: Экологическая безопасность и охрана труда</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:
6 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.1 / Под ред. А. А. Ищенко .— М. : Академия, 2010 .— 352 с. : ил .— (Высшее профессиональное образование) .— ISBN 978-5-7695-5816-0 : 510 р. 00 к. — ISBN 978-5-7695-5817-7.

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/

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. Anchem.ru [Электронный ресурс]: профессиональный интернет-ресурс, посвященный аналитической химии, химическому анализу, сертификации и метрологии

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. ACD/ChemSketch - Бесплатная лицензия https://www.acdlabs.com/solutions/academia/
4. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
5. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
6. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" - Договор №125818-С от 28.04.2026
7. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net
8. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks - Бесплатная лицензия https://fen.nsu.ru/nmr/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4

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)	Лекционная, Семинарская, Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор, компьютер, мебель (столы для коворкинг зоны). Программное обеспечение 1. ACD/ChemSketch 2. Математический пакет Maxima 3. Математический пакет Scalib 4. LIBREOFFICE 5. Pascalabc, PascalABC.NET 6. Операционная система Astra Linux 7. Программа для обработки ямр спектров SpinWorks
аудитория 23а(БФ)	Для хранения оборудования	Мебель, сейф, учебный набор. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 29(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций	Доска, компьютер , мебель, проектор, учебно-наглядные пособия, экран.
Аудитория 30(БФ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, принтер.

		Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" 2. LIBREOFFICE 3. Операционная система Astra Linux