

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В БИОТЕХНОЛОГИИ»

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Промышленная биотехнология

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Бегунова Лариса
Александровна
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 16.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физико-химические методы анализа в биотехнологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность к осуществлению контроля исходного сырья, промежуточной и готовой продукции, упаковочных материалов, иных объектов производственной среды (в том числе в соответствии с требованиями фармакопеи)	ПКС-1.5
ПКС-7 Способность к организации и проведению научных исследований; к обработке и анализу результатов научных исследований в сфере биотехнологии	ПКС-7.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-7.4	Демонстрирует способность использовать найденную научно-техническую информацию для проведения научных исследований	Знать принципы работы, характеристики и области применения оборудования, используемого в технологическом процессе; технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции Уметь осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Владеть навыками работы с оборудованием, применяемым в технологическом процессе; навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и методами оценки технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и

		продукции
ПКС-1.5	Применяет методы исследования биологически активных веществ для контроля качества свойств сырья, биологических объектов, промежуточных и целевых продуктов	Знать основные понятия и принципы методов анализа свойств сырья, промежуточных и целевых продуктов; современные методические подходы к разделению и анализу многокомпонентных смесей, в том числе природных веществ; способы пробоподготовки многокомпонентных природных и биологических объектов к анализу. Уметь использовать физико-химические основы и общие принципы работы на приборах; обосновывать требования к ведению технологического процесса и контроля над качеством продукции; применять современные методы для исследования состава и оценки сырья и качества промежуточных и целевых продуктов в соответствии с поставленными задачами. Владеть современными методами для исследования состава и оценки свойств сырья и качества промежуточных и целевых продуктов; навыками проведения анализов (испытаний) на соответствие продукции установленным требованиям.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-химические методы анализа в биотехнологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Основы общей и неорганической химии», «Биоорганическая химия», «Аналитическая химия», «Общая микробиология», «Биология», «Основы биотехнологии», «Биохимия и молекулярная биология», «Моделирование в биотехнологии», «Фармацевтическая биотехнология»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Фитобиотехнология», «Выделение и очистка целевых продуктов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	80	80

лекции	32	32
лабораторные работы	48	48
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	64
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Предмет и задачи курса, основные понятия и актуальность применения физико- химических методов для изучения состава БАВ.	1	2					4	3	Устный опрос
2	Методы выделения из сырья и готовой продукции и исследования основных классов веществ и их группового разделения	2	4	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	34			1, 3, 4	5	Отчет по лаборатор ной работе
3	Хроматографичес кие методы анализа: распределительна я и адсорбционная хроматография	3	2	13	4			1, 3, 4	6	Отчет по лаборатор ной работе
4	Хроматографичес кие методы анализа: гельхроматографи я и ионообменная хроматография	4	2	14	4			1, 3, 4	6	Отчет по лаборатор ной работе
5	Аппаратурное оформление и техника	5	4					2, 4	4	Контрольн ая работа

	выполнения хроматографичес- ких методов исследования									
6	Краткий обзор других методов, применяемых при исследовании БАВ	6	2					2, 4	4	Контрольн ая работа
7	Спектральные методы исследования БАВ. Классификация и краткая характеристика спектральных методов исследования БАВ	7	2					2, 4	5	Контрольн ая работа
8	Основы общей теории поглощения света веществом. Основной закон светопоглощения. Применение электронной спектроскопии для анализа сырья.	8	4	1	2			1, 3, 4	6	Отчет по лаборатор ной работе
9	ИК- спектроскопия. Важнейшие характеристическ ие полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул. Валентные и деформационные колебания. Подготовка образцов для снятия ИК- спектров. Применение для анализа сырья.	9	2	15	4			2, 4	5	Контрольн ая работа
10	Методы ядерной спектроскопии. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса и ядерного магнитного резонанса. Принцип метода, возможности и	10	4					2, 5	15	Контрольн ая работа

	применение									
11	Масс-спектрометрия: принцип метода, возможности и применение	11	2					2, 4	5	Контрольная работа
12	Электрофорез. Классификация электрофоретических методов разделения и анализа веществ. Препаративный и аналитический электрофорез.	12	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		48				100	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Предмет и задачи курса, основные понятия и актуальность применения физико-химических методов для изучения состава БАВ.	Основные понятия. Общая схема анализа: способы отбора средней пробы, подготовка средней пробы к анализу (составление лабораторной пробы, измельчение, высушивание), анализ конкретных веществ (или группы веществ) в зависимости от поставленной задачи.
2	Методы выделения из сырья и готовой продукции и исследования основных классов веществ и их группового разделения	Разделение с помощью растворителей. Экстракция одним «универсальным» растворителем. Сверхкритическая флюидная экстракция. Методы, основанные на различии физико-химических свойств веществ: перегонка, кристаллизация, сублимация. Разделение на основе различия размеров или плотности частиц (молекул): Фильтрация, мембранная фильтрация; диализ; седиментация. Хроматографические методы разделения и выделения.
3	Хроматографические методы анализа: распределительная и адсорбционная хроматография	Распределительная и адсорбционная хроматография. Закон Нернста-Шилова. Природа носителей и сорбентов. Механизм распределения веществ на хроматографической колонке. Распределение в хроматографической колонке веществ, с различным коэффициентом распределения. Адсорбционная хроматография. Подготовка образца, сорбента, заполнение колонки. Элюотропный ряд растворителей в адсорбционной хроматографии. Характеристика эффективности хроматографической колонки.
4	Хроматографические методы анализа: гельхроматография и	Гельхроматография. Материалы для гelfильтрации: сефадексы, агарозные гели, полиакриламидные, полистирольные, пористые

	ионообменная хроматография	стеклянные гранулы. Строение и краткая характеристика каждого геля. Особенности приготовления колонок для гелехроматографии, области применения. Ионообменная хроматография. Принцип метода. Механизм разделения веществ на катионитах и анионитах. Природа и методы получения катионитов и анионитов. Подготовка ионообменной колонки. Примеры использования ионообменной хроматографии. Применение хроматографических методов при анализе сырья
5	Аппаратурное оформление и техника выполнения хроматографических методов исследования	Тонкослойная хроматография (ТСХ), хроматография на бумаге (БХ), колоночная хроматография (КХ), газо-жидкостная хроматография (ГЖХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ): принципиальная схема установок, программатор температуры (ГЖХ), набивные и капиллярные колонки, система двух растворителей различной полярности (соответственно и двух насосов высокого давления) в ВЭЖХ, детекторы для ГЖХ и ВЭЖХ (типы детекторов, принцип работы, достоинства и недостатки каждого типа). Использование обращенно-фазовой (ОФ) хроматографии.
6	Краткий обзор других методов, применяемых при исследовании БАВ	а) рефрактометрия и поляриметрия (принцип работы, устройство приборов); б) полярография (схема установки, качественный и количественный анализ, возможности его использования); в) химические методы анализа
7	Спектральные методы исследования БАВ. Классификация и краткая характеристика спектральных методов исследования БАВ	Классификация и краткая характеристика спектральных методов исследования и анализа: 1. Атомная спектроскопия. 2. Пламенная эмиссионная спектроскопия (Фотометрия пламени). 3. Атомноабсорбционная спектроскопия (ААС). 4. Рентгеноспектральные методы анализа (Рентгеновские спектры) 5. Молекулярная спектроскопия: электронные (УФ- и видимая области) и ИК-спектры. 6. Радиоспектроскопия: ядерный магнитный резонанс и электронный парамагнитный резонанс. 7. Масс-спектрометрия (МС)
8	Основы общей теории поглощения света веществом. Основной закон светопоглощения. Применение электронной спектроскопии для анализа сырья.	Основной закон светопоглощения. Понятие о хромофорах. Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях: аппаратура (источники излучения, оптика, монохроматоры, система регистрации), растворители, подготовка пробы для анализа. Применение электронных спектров поглощения для качественного и количественного анализа

		сырья и готовой продукции
9	ИК-спектроскопия. Важнейшие характеристические полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул. Валентные и деформационные колебания. Подготовка образцов для снятия ИК-спектров. Применение для анализа сырья.	Область инфракрасного излучения в электромагнитном спектре. Колебания деформационные и валентные. Характеристические частоты основных функциональных групп. Разделение всего спектра поглощения на 4 области и расшифровка каждой области. Техника и методики ИК-спектроскопии: аппаратура, растворители, приготовление образцов. Применение ИК-спектроскопии для анализа сырья.
10	Методы ядерной спектроскопии. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса и ядерного магнитного резонанса. Принцип метода, возможности и применение	Явление ядерного магнитного резонанса. Основные параметры спектров ЯМР ^1H (химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интегральная интенсивность сигнала). Спектроскопия ядерного магнитного резонанса ядер ^{13}C . Возможности ЯМР спектроскопии.
11	Масс-спектрометрия: принцип метода, возможности и применение	Общие положения метода масс-спектрометрии. Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров.
12	Электрофорез. Классификация электрофоретических методов разделения и анализа веществ. Препаративный и аналитический электрофорез.	Электрофорез (принцип действия, низковольтный и высоковольтный электрофорез, преимущества и недостатки каждого); схемы аналитического и препаративного электрофореза. Идентификация веществ после электрофоретического разделения.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Фотоколориметрический метод определения редуцирующих сахаров в сырье	2
2	Определение содержания β -каротина в сырье	2
3	Определение содержания красящих веществ (бетанина и бетаксантина) в сырье	2
4	Определение количества летучих жирных кислот (ЛЖК) в сырье	2

5	Определение массовой доли растворимых белков методом Лоури в сырье	4
6	Количественное определение витамина РР в сырье	4
7	Количественное определение аскорбиновой кислоты в сырье	2
8	Количественное определение кумаринов в сырье	4
9	Количественное определение инулина в сырье	4
10	Количественное определение фенолкарбоновых кислот в сырье	2
11	Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в сырье	4
12	Количественное определение суммарного содержания полифруктанов в сырье	4
13	Применение метода хроматографии на бумаге (БХ) для идентификации аминокислот	4
14	Применение методов тонкослойной хроматографии (ТСХ) для идентификации сахаров, содержащихся в сырье	4
15	Разбор реальных электронных и ИК-спектров и решение задач по идентификации неизвестных соединений по их спектрам	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
2	Подготовка к контрольным работам	6
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	4
4	Подготовка к экзамену	36
5	Проработка разделов теоретического материала	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповые дискуссии

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы направлены на обучение бакалавров практическому применению теоретического материала и развитие у них навыков лабораторного экспериментирования.

Ход работы (при выполнении лабораторной работы)

1. Познакомиться с теоретическими основами, лежащими в каждой лабораторной работе, а также понять принцип выполнения работ и устройства необходимых приборов.
2. Выполнить расчеты, указанные в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.
3. Оформить отчет в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита лабораторной работы, то до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

Рекомендации по выполнению:

На лабораторных занятиях бакалавры обсуждают практические вопросы, затронутые в лекционном курсе, углубляют и систематизируют знания, полученные при прослушивании лекций и ознакомлении с материалами учебной литературы, получают дополнительную теоретическую информацию. В соответствии с этим, подготовка к лабораторным занятиям складывается из изучения материалов лекций и учебной и справочной литературы, подготовки лабораторных материалов и защита выполненных работ.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:

Проработка отдельных разделов теоретического курса Цель: расширение и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины. Рекомендации по выполнению: Основой для самостоятельной работы является комплект лекций, которые рекомендуется прорабатывать с карандашом. Другая составляющая самостоятельной работы – работа с рекомендованной учебной литературой. Современное направление самостоятельной работы связано с правильным выбором и постоянным использованием электронных источников информации и систем поиска по ключевым словам в Internet. При работе с рекомендованной учебной литературой следует составить конспект лекций по темам, вынесенным на самостоятельную проработку. В случае необходимости следует подобрать дополнительную литературу или воспользоваться услугами электронных изданий. Конспектирование материала особенно полезно в том случае, когда рассматриваемые вопросы необходимо осмыслить, что и происходит во время описания материала своими словами, разъяснения его в первую очередь для себя. Рекомендуется постоянно обращаться к методической, справочной литературе в библиотеку ИРНИТУ.

Оформление отчетов по лабораторным работам

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовить отчет по лабораторной работе.

Требования к отчетным материалам: отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме.

Подготовка к сдаче и защите отчетов

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовиться к защите подготовленных отчетов.

Защита отчетных материалов

При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения

анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования.

Подготовка к контрольным работам

Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя.

Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя:

- изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к лабораторным занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний;
- составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы.

Подготовка к экзамену

Экзамен по дисциплине – аттестационное испытание, которое служит формой проверки успешного выполнения студентом лабораторных, контрольных работ и оценки полноты и прочности знаний, а также сформированности умений и навыков. Проводится в виде собеседования по билетам по темам, рассмотренным при изучении дисциплины. Главная задача состоит в том, чтобы у студента в результате подготовки к экзамену из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. Подготовка к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы курса, требующие внимательного изучения и обдумывания. Безусловно, вопросы, которые вызывают особые затруднения, необходимо проработать в процессе консультации с преподавателем. Подготовка не должна ограничиваться чтением лекционных записей. Поэтому конспект лекций требует дополнительной обработки на основе использования учебников и рекомендованной литературы. К экзамену допускается студент, выполнивший предусмотренных планом лабораторные работы, защитивший на положительную оценку отчеты всех работ.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Тема (раздел): Введение. Предмет и задачи курса, основные понятия и актуальность применения физико-химических методов для изучения состава БАВ.

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Что является предметом изучения данного курса?

2. В чем заключается актуальность применения физико-химических методов анализа?
3. Какие основные виды анализа существуют и в чем их особенности?
4. Что такое средняя проба и почему важно правильно её отобрать?
5. Опишите основные этапы подготовки средней пробы к анализу.
6. Для чего необходимо измельчение и высушивание?
7. Какие требования предъявляются к химическим реактивам при проведении анализа?
8. В каких случаях необходима очистка вещества от примесей?
9. Какие методы используются для очистки от примесей?
10. Какие факторы влияют на выбор метода анализа?

Тема (раздел): Электрофорез. Классификация электрофоретических методов разделения и анализа веществ. Препаративный и аналитический электрофорез.

Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Цель - выявить уровень знаний студентов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос проводится в виде собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Что такое электрофорез и на каком физическом принципе он основан?
2. Перечислите основные виды электрофореза по напряжению электрического поля.
3. В чем разница между низковольтным и высоковольтным электрофорезом?
4. Какие преимущества имеет низковольтный электрофорез?
5. Что такое аналитический электрофорез и для каких целей он применяется?
6. В чем особенность препаративного электрофореза?
7. Как проводится подготовка образцов для электрофоретического анализа?
8. Какие факторы влияют на скорость миграции веществ при электрофорезе?
9. Какие методы идентификации веществ применяются после электрофоретического разделения?
10. Какие параметры необходимо контролировать при проведении электрофореза?

Критерии оценивания.

Всестороннее, систематическое и достаточно глубокое знание теоретического материала, способность находить и анализировать научно-техническую информацию, умение выбирать и применять оптимальные методы теххимического контроля качества сырья, промежуточных, целевых продуктов, и интерпретировать результаты для оценки качества продукции.

6.1.2 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем в срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Предусмотрена устная защита лабораторной работы, до обучающегося доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты отмеченные преподавателем и ответить на контрольные вопросы к лабораторной работе или вопросы преподавателя. Описание процедуры: Подготовка отчетов выполняется студентами самостоятельно. Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме. При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования. Пример задания: Отчет считается сданным, если предложенные задания выполнены правильно, студент отвечает на все вопросы преподавателя, демонстрирует знание теоретического и практического материала, необходимого для выполнения работ.

Критерии оценивания.

Отчет считается сданным, если предложенные задания выполнены правильно, демонстрируется знание теоретического и практического материала, необходимого для выполнения работ

6.1.3 семестр 7 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа проводится по следующим темам:

1. Аппаратурное оформление и техника выполнения хроматографических методов исследования.
2. Краткий обзор других методов, применяемых при исследовании БАВ.
3. Спектральные методы исследования БАВ. Классификация и краткая характеристика спектральных методов исследования БАВ.
4. ИК-спектроскопия. Важнейшие характеристические полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул. Валентные и деформационные колебания. Подготовка образцов для снятия ИК-спектров. Применение для анализа сырья.
5. Методы ядерной спектроскопии. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса и ядерного магнитного резонанса. Принцип метода, возможности и применение.
6. Масс-спектрометрия: принцип метода, возможности и применение. Ниже приведен образец типового варианта контрольной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Описание процедуры: Каждый студент письменно отвечает на вопросы, не пользуясь конспектами лекций и сотовыми телефонами. Вопросы индивидуальные, в группе не повторяются. За 20 минут до конца занятий выполненные работы передаются преподавателю.

Пример задания:

Тема: Аппаратурное оформление и техника выполнения хроматографических методов исследования.

1. На чем основан хроматографический метод анализа?
2. По каким параметрам классифицируют методы хроматографического анализа? 3. Какова принципиальная схема газового хроматографа?
4. Как выполняется качественный и количественный газохроматографический анализ?
5. На чем основано разделение веществ методом хроматографии на бумаге?
6. Что служит количественной характеристикой распределения веществ на бумаге?

Критерии оценивания.

Оценка "отлично" демонстрирует глубокое понимание материала, правильное выполнение заданий с результатом от 90% до 100%. Все ключевые аспекты и задачи выполнены безупречно.

Оценка "хорошо" показывает знание материала, с небольшими ошибками или недочетами. Результат варьируется от 75% до 89%, что свидетельствует о правильном выполнении большинства задач.

Оценка "удовлетворительно" удовлетворительное выполнение заданий с результатом от 60% до 75%. Основные задачи выполнены, но присутствуют значительные недочеты и или ошибки.

Оценка "неудовлетворительно" низкий уровень выполнения заданий, результат менее 60%. Основные аспекты и задачи не выполнены или выполнены с грубыми ошибками, что свидетельствует о недостаточном уровне знаний и навыков.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-7.4	Успешно применяет знания о химических связях различных веществ в области аналитической химии и методах анализа веществ в химической и нефтехимической отраслях	Устный опрос или тестирование
ПКС-1.5	Владеет методами технохимического контроля качества свойств сырья, промежуточных и целевых продуктов	Устный опрос или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам, с предварительной подготовкой. Экзаменационный билет, как правило, включает два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену (выдаются студенту заранее для ознакомления)

1. Общая схема анализа сырья.
2. Способы отбора средней пробы, подготовка средней пробы к анализу.
3. Методы определения показателей качества сырья и готовой продукции.
4. Распределительная хроматография. Коэффициент распределения в хроматографии. Методы хроматографии, в которых разделение происходит преимущественно по большинству контрольных вопросов распределительному механизму.
5. Принцип действия хроматографической колонки с одним веществом, имеющим коэффициент распределения равным 1.
6. Поведение 3-х веществ на хроматографической колонке, имеющих K распределения = 0,3; 1,0 и 3,0. Характеристика эффективности хроматографической колонки. Зависимость профиля элюции от ЧТТ.
7. Адсорбционная хроматография (Понятие, принцип разделения). Элюотропный ряд растворителей и способность разных химических классов веществ к десорбции с сорбента.

8. Краткая характеристика различных видов хроматографии: ТСХ, БХ, КХ (колоночная). Аналитическая и препаративная хроматография.
9. ГЖХ. Основные узлы. Принципиальная схема хроматографа.
10. Детекторы для ГЖХ: схема устройства и принцип работы катарометра и ДИПа; возможности других (2-4 шт) специфических детекторов.
11. ВЭЖХ. Основные узлы. Принципиальная схема ВЭЖ-хроматографа.
12. Детекторы для ВЭЖХ: краткая характеристика 4-х наиболее распространенных детекторов, перечисление других.
13. Ионнообменная хроматография. Принцип работы катионообменников и анионообменников.
14. Краткая характеристика и методы получения ионообменных смол катионитов и анионитов. Типы ионообменных смол.
15. Гельхроматография (Понятие, принцип разделения, молекулярные сита).
16. Классификация хроматографических методов по принципу разделения (табличка: механизм, природа процесса, определяющие параметры).
17. Полярография. Принцип метода, принципиальная схема прибора, получаемая информация.
18. Поляриметрия и рефрактометрии. Принцип каждого метода, принципиальная схема приборов, получаемая информация.
19. Спектральные методы исследования и идентификации веществ.
20. Классификация методов анализа сырья: спектроскопические методы (краткая характеристика, возможности каждого метода). а) Атомная спектроскопия (эмиссионная, фотометрия пламени, рентгеновская спектроскопия, атомно-абсорбционная); б) Молекулярная спектроскопия (ИК-и электронная спектроскопия); в) Основные понятия и возможности методов ЯМР и масс-спектрометрии.
21. Классификация методов анализа сырья: а) Электрохимические методы анализа (на примере полярографии); б) Хроматографические методы анализа; в) Химические методы анализа.
22. Область электромагнитного спектра, наиболее часто используемая для научных исследований. Методы изучения.
23. Природа электронных спектров. Способ изучения, информация из спектров. 24. Чем обусловлены колебательно-вращательные спектры? Способ изучения, информация из спектров.
25. Вывод формулы основного закона светопоглощения; его формулировка.
26. Молярный коэффициент поглощения. Его физический смысл. Ограничения основного закона светопоглощения.
27. Принципиальная схема спектрофотометра и электрофотокалориметра.
28. Связь электронных спектров поглощения со строением органических соединений.
29. Оборудование для изучения электронных спектров (приборы, источники излучения, кюветы, материалы, растворители).
30. Области УФ- и видимого света (в нм). Информация, получаемая из электронных спектров.
31. Поглощение в ИК-области (длины волн, частоты). Волновое число. Связь между λ и ν .
32. Типы колебаний атомов в молекуле.
33. Что представляет собой ИК-спектр? Какую информацию он несет?
34. Характеристические частоты в ИК-спектре (примеры).
35. Интерпретация ИК-спектров. Область I (3700-2500 см⁻¹).
36. Интерпретация ИК-спектров. Область II (2500-1900 см⁻¹).
37. Интерпретация ИК-спектров. Область III (1900-1300 см⁻¹).
38. Интерпретация ИК-спектров. Область IV (ниже 1300 см⁻¹).

39. ЯМР-спектроскопия: принцип метода, основные параметры, информация из спектров для органической химии и для анализа сырья.
40. Масс-спектрометрия: принцип метода, 3 типа масс-спектрометров, информация из спектров для анализа сырья.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
В полном объеме выполнены все лабораторные работы. Сформированные систематические навыки владения современными методами оценки свойств сырья, полуфабрикатов и качества готовой биотехнологической продукции. В полном объеме владеет навыками проведения анализов (испытаний) на соответствие продукции установленным требованиям. В полном объеме владеет навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и методами оценки технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Сформированные систематические представления о	В полном объеме выполнены все лабораторные работы. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения современными методами оценки свойств сырья, полуфабрикатов и качества готовой биотехнологической продукции. В целом владеет навыками проведения анализов (испытаний) на соответствие продукции установленным требованиям. В целом владеет навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и методами оценки технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Сформированные,	В полном объеме выполнены все лабораторные работы. Неполные навыки владения современными методами оценки свойств сырья, полуфабрикатов и качества готовой биотехнологической продукции. Владеет базовыми навыками проведения анализов (испытаний) на соответствие продукции установленным требованиям. Владеет в неполном объеме навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и методами оценки технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Неполные представления о принципах работы, характеристиках и областях применения оборудования, используемого в технологическом	Не в полном объеме выполнены лабораторные работы. Фрагментарно владеет современными методами оценки свойств сырья, полуфабрикатов и качества готовой биотехнологической продукции. Не владеет навыками проведения отдельных анализов (испытаний) на соответствие продукции установленным требованиям Владеет отдельными навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и методами оценки технических средств для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Фрагментарные представления о принципах работы, характеристиках и областях применения оборудования, используемого в технологическом процессе. Частичные представления о методах анализа свойств сырья,

принципах работы, характеристиках и областях применения оборудования, используемого в технологическом процессе. Сформированные систематические знания о методах анализа свойств сырья, промежуточных и целевых продуктов.	но содержащие отдельные пробелы представления о принципах работы, характеристиках и областях применения оборудования, используемого в технологическом процессе. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах анализа свойств сырья, промежуточных и целевых продуктов.	процессе. Неполные представления о методах анализа свойств сырья, промежуточных и целевых продуктов	промежуточных и целевых продуктов
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Основы аналитической химии : [Учеб. для вузов]: В 2 кн. [Кн.] 1. Общие вопросы. Методы разделения/ [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] / под ред. Ю. А. Золотова, 2000. - 351.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / Ю. А. Барбалат [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова, 2003. - 463.
3. Основы аналитической химии Методы химического анализа / Н. В. Алов [и др.], 2004. - 503.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Минаева Л. А. Физико-химические методы исследования : учебное пособие / Л. А. Минаева, 2010. - 175.
2. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2005. - 383.
3. Основы аналитической химии : [Учеб. для вузов]: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения/ [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] / Под ред. Ю. А. Золотова, 2002. - 351.
4. Основы аналитической химии : [Учеб. для вузов]: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа/ [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш и др.] / Под ред. Ю. А. Золотова, 2002. - 493.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 317496 Весы лабораторные электронные AR-3130 1119311138
2. 310362 Центрифуга ТН-21М
3. Ультраскоростная центрифуга Thermo Sorvall Evolution RC
4. шкаф сушильный
5. Иономер рН-метр "Эксперт -001-3.0.1
6. Рефрактометр ИРФ-454 Б 2М
7. Компьютер в сборе BN-Ir1811-1 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/MOS
8. Компьютер ICore 2Duo E4600/2Gb/160/GF 256Mb/FDD/DVD-RW/Samsung LCD 19
9. 312929 Колориметр Фотоэлектрический КФК-2
10. Спектрофотометр "ПЭ-5300В"