

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

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 14 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология органических веществ

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Федоров Сергей
Владимирович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Инструментальные методы исследования органических веществ» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК ОС-4.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.6	Демонстрирует знание теоретических основ методов ИК, УФ, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии, принципов измерения и аппаратного оформления и применяет современные спектральные методы для исследования строения и идентификации органических соединений	Знать Основные физико-химические методы, применяемые для исследования органических соединений, теоретические основы применяемых методов, принципы измерения и аппаратное оформление, возможности и ограничения каждого метода. Уметь Пользоваться спектральными данными для идентификации веществ, обобщать полученные результаты. Владеть Методами проведения химического анализа, а также планированием и проведением эксперимента и оценкой полученных результатов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Инструментальные методы исследования органических веществ» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Основы общей и неорганической химии», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Органическая химия», «Общая химическая технология», «Физическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Процессы и аппараты химической технологии», «Физика и химия высокомолекулярных соединений», «Химия нефти и газа», «Химия и технология органических веществ», «Производственная практика: преддипломная практика», «Химия и технология высокомолекулярных соединений», «Технология элементоорганических соединений», «Технология химико-фармацевтических препаратов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ 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 в курс "Инструментальн ые методы исследования органических веществ"	1	1							Устный опрос
2	Хроматографичес кие методы анализа	2	3	1, 2, 3	12			1, 4	8	Устный опрос
3	Введение в спектроскопическ ие методы исследования	3	1							Устный опрос
4	УФ- спектроскопия	4	3	4	4			1	2	Устный опрос
5	ИК- спектроскопия	5	2					1		Устный опрос
6	ИК- спектроскопия	6	2	5	4			1	2	Устный опрос
7	ЯМР- спектроскопия	7	2	6	4			1	2	Устный опрос
8	ЯМР- спектроскопия 1H	8	2							Устный опрос
9	ЯМР- спектроскопия 1H	9	2							Устный опрос
10	ЯМР- спектроскопия 1H	10	2							Устный опрос
11	ЯМР- спектроскопия 13C	11	2							Устный опрос

12	ЯМР-спектроскопия ¹³ C	12	2							Устный опрос
13	Масс-спектрометрия	13	2					1		Устный опрос
14	Масс-спектрометрия	14	2					1		Устный опрос
15	Масс-спектрометрия	15	2					1		Устный опрос
16	Масс-спектрометрия	16	1	7	4			1	2	Устный опрос
17	Инструментальные методы исследования органических веществ	17	1	8	4			2, 3	28	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		32		32				80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в курс "Инструментальные методы исследования органических веществ"	Способы получения информации о строении органических веществ. Классификация инструментальных методов исследования органических веществ. Применение инструментальных методов.
2	Хроматографические методы анализа	Основы хроматографии. Классификация методов хроматографии. Основные методы современной хроматографии. Способы проведения хроматографии. Характеристики хроматограмм. Аппаратное исполнение метода.
3	Введение в спектроскопические методы исследования	Основы спектроскопии. Электромагнитное излучение, его характеристики. Диапазоны электромагнитного излучения, виды спектров. Основы спектроскопических методов исследования и виды спектроскопии.
4	УФ-спектроскопия	УФ-излучение. Основы электронной спектроскопии. Закон Бугера-Ламберта-Берра. Молекулярные орбитали. Электронные переходы. Основные понятия УФ-спектроскопии. Применение УФ-спектроскопии. Правила Вудворда-Физера. Проявление основных классов органических соединений в УФ-спектрах. Устройство УФ-спектрометра.
5	ИК-спектроскопия	ИК-излучение. Основы ИК-спектроскопии. Типы колебаний в молекуле. ИК-спектр. Функциональные группы и их проявление в ИК-спектрах. Спектры поглощения основных классов органических соединений.
6	ИК-спектроскопия	Некоторые особенности ИК-спектров. Факторы,

		влияющие на смещение полос в ИК-спектре. Устройство ИК-спектрометра. Некоторые методики пробоподготовки и проведения экспериментов. Примеры решения спектральных задач.
7	ЯМР-спектроскопия	Применение ЯМР в органической химии, плюсы и минусы метода. Основные понятия явления ядерного магнитного резонанса: резонанс, атом (ядро), моменты ядра, спин, резонансная частота, энергетические уровни. Основы ЯМР-спектроскопии (ПМР). Основные характеристики спектров ЯМР: химический сдвиг, КССВ, интенсивность сигналов.
8	ЯМР-спектроскопия ^1H	Схема эксперимента ЯМР. Факторы, влияющие на химический сдвиг. Основы решения спектральных задач.
9	ЯМР-спектроскопия ^1H	Характеристические значения некоторых ХС и КССВ. Классификация спиновых систем. Упрощение сложных спектров. Проявление химического и конформационного обмена в спектрах ЯМР.
10	ЯМР-спектроскопия ^1H	Устройство ЯМР-спектрометра. Примеры решения спектральных задач.
11	ЯМР-спектроскопия ^{13}C	Основные особенности спектроскопии на ядрах ^{13}C . Мультиплетность сигналов, диапазон химических сдвигов, интенсивность сигналов в спектрах ЯМР ^{13}C . Общие правила интерпретации спектров ЯМР ^{13}C . Особенности спектров ЯМР ^{13}C основных классов органических соединений. Понятие релаксации в спектроскопии ЯМР. Количественная спектроскопия ЯМР.
12	ЯМР-спектроскопия ^{13}C	Примеры решения спектральных задач.
13	Масс-спектрометрия	Применение Масс-спектрометрии в органической химии. Плюсы и минусы метода. Основные понятия масс-спектрометрии. Принцип метода. Общее устройство масс-спектрометра. Способы ионизации, масс-анализаторы, детекторы. Хромато-масс-спектрометрия. Электронный удар в масс-спектрометрии, представление масс-спектров. Анализ масс-спектров: идентификация пика молекулярного иона (общие правила), фрагментация и перегруппировки (общие правила). Понятия многозарядных и метастабильных ионов.
14	Масс-спектрометрия	Оборудование в Масс-спектрометрии - аппаратное обеспечение.
15	Масс-спектрометрия	Интерпретация Масс-спектров. Общие характеристики Масс-спектров основных классов органических соединений.
16	Масс-спектрометрия	Примеры решения спектральных задач.

17	Инструментальные методы исследования органических веществ	Обобщение материала курса. Применимость инструментальных методов в исследованиях органических веществ. Обзор выполненных лабораторных работ. Интерпретация спектров - особенности, нюансы, специфика. Алгоритм выполнения курсового проекта. Подготовка к экзамену.
----	---	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Лабораторная работа 1	4
2	Лабораторная работа 2	4
3	Лабораторная работа 3	4
4	Лабораторная работа 4	4
5	Лабораторная работа 5	4
6	Лабораторная работа 6	4
7	Лабораторная работа 7	4
8	Лабораторная работа 8	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	10
2	Написание курсового проекта (работы)	20
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Электронная система образования

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Поисковая база спектральных данных органических веществ (Spectral database for organic compounds, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Japan). Данные

в коммуникативных форматах: png, jpg.

URL: http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng (дата обращения: 15.06.2025). Режим доступа: свободный.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Электронная система образования ИРНИТУ: офиц. сайт. – URL: <https://el.istu.edu>, курс "Инструментальные методы исследования органических веществ" <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1970> (дата обращения: 20.06.2025) Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Электронная система образования ИРНИТУ: офиц. сайт. – URL: <https://el.istu.edu>, курс "Инструментальные методы исследования органических веществ" <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1970> (дата обращения: 20.06.2025) Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Во время занятий проводится устный опрос в форме беседы преподавателя с группой, а в некоторых случаях индивидуальный опрос.

Достоинство устного опроса состоит в том, что в активную умственную работу можно вовлечь всех обучающихся. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть логически увязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы обучающихся в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы.

При индивидуальном опросе преподаватель задает обучающемуся вопрос, и после подготовки к ответу в течение 5 минут обучающийся с разрешения преподавателя отвечает на поставленный вопрос.

С помощью устных опросов преподаватель имеет возможность выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала.

Целесообразно использовать устный опрос и перед проведением практических занятий, так как он позволяет проверить подготовленность обучающихся к решению поставленных задач.

Критерии оценивания.

Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагается теоретический материал, в ответе используется материал научной литературы, справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения/решения задач.

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
ОПК ОС-4.6	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагается теоретический материал, в ответе используется материал научной литературы, справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения/решения задач.	Устный опрос, устное собеседование по тестовым вопросам курса, защита курсовой работы, устное собеседование по вопросам экзамена. Решение задач.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в устной форме. Обучающимся предъявляются на выбор экзаменационные билеты, включающие 2 задания.

На подготовку ответа на экзаменационный билет выделяется 30 минут, в течение которых обучающийся готовится к ответу, делает краткие записи, расчеты, строит графики, схемы, подтверждающие основные положения выполненного задания. Обучающимся рекомендуется сделать краткие записи ответов. Письменные ответы делаются в произвольной форме. Записи, сделанные при подготовке к ответу, позволяют обучающемуся составить план ответа на вопросы и, следовательно, полно, логично раскрыть их содержание, а также помогут ему справиться с естественным волнением, чувствовать себя увереннее.

В своем ответе на экзаменационный билет обучающийся должен четко изложить содержание каждого вопроса, подкрепляя при необходимости ответ цифровыми данными, формулами, расчетами, графиками, схемами и другими материалами. По окончании ответа на билет преподаватель может задать обучающемуся дополнительные вопросы, на которые должны быть даны исчерпывающие ответы.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается преподавателем отдельно.

Ответы оцениваются по четырехбалльной системе. Итоговая оценка формируется из ответов обучающегося на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы. В итоговой оценке должна учитываться общая совокупность усвоенных обучающимся знаний и их качество, а не среднеарифметический результат из оценок по двум заданиям. Итоговая оценка выставляется после завершения экзамена.

Пример задания:

Билет для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Инструментальные методы исследования органических веществ»:

1. Хроматография – основы метода, основные понятия.

2. Решение спектральной задачи (соответствие спектра молекуле органического соединения)._

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

6.2.2.2 Семестр 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Тема курсовой работы: Расшифровка формулы органического соединения по данным элементного анализа на основании ИК и ЯМР ¹H и ¹³C спектроскопии (вариант №№ 1-50).

Пример задания:

Задание: Определить структурную формулу неизвестного органического соединения по предоставленным данным элементного анализа и экспериментальным ИК-спектрам и ЯМР ¹H и ¹³C спектрам неизвестного соединения.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
В установленные сроки оформлена пояснительная записка. Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы с привлечением доп. литературы. Все выводы сделаны и обоснованы. При защите курсовой работы сделан исчерпывающий доклад, даны правильные ответы на вопросы по теме курсовой работы.	В установленные сроки оформлена пояснительная записка. Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения доп. литературы. Но не все выводы сделаны и/или обоснованы. При защите курсовой работы сделан исчерпывающий доклад, даны правильные ответы не на все вопросы по теме курсовой работы.	В установленные сроки не оформлена пояснительная записка. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и /или не обоснованы. При защите курсовой работы сделан доклад, на большинство вопросов по теме даны неточные ответы.	Не выполнено задание на курсовую работу или выполнено неверно.

7 Основная учебная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : контрольные вопросы по инструментальным методам анализа вещества / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 23.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Н. В. Алов [и др.], 2012. - 411.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Казицына Л. А. Применение УФ-, ИК, ЯМР-и масс-спектроскопии в органической химии : учебное пособие для химических специальностей университетов / Л. А. Казицына, Н. Б. Куплетская, 1979. - 238.
2. Инфракрасная спектроскопия : учебное пособие / Е. С. Бойчинова [и др.], 1975. - 58.
3. Хмельницкий Р. А. Хромато-масс-спектрометрия / Р. А. Хмельницкий, Е. С. Бродский, 1984. - 211.

4. Вульфсон Николай Сигизмундович. Масс-спектрометрия органических соединений / Николай Сигизмундович Вульфсон, Владимир Георгиевич Заикин, Анзор Иванович Микая, 1986. - 312.

5. Браун Д. Спектроскопия органических веществ / Д. Браун; Пер. с англ. А. А. Кирюшкина, 1992. - 300.

6. Ионин Б. И. ЯМР-спектроскопия в органической химии / Б. И. Ионин, Б. А. Ершов, А. И. Кольцов, 1983. - 269.

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 Windows Seven Professional [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200])-поставка 2010
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Газовый хроматограф GC-2014 в комплекте SHIMADZU
2. Газовый хроматомасс-спектрометр с ионизацией электронным ударом GCMS-QP2010SE в комплекте Shimadzu
3. Высокоэффективный жидкостной хроматограф Ultimate 3000