

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                     А.В. Лейфа

24 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Технологии и процессы переработки нефти и газа

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс     1     Семестр     1    

Зачет 1 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель В.И. Митрофанова, доцент, канд. хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 910

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

24 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

24 мая 2024 г.

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## Цель дисциплины:

Формирование у магистрантов компетенций, связанных с пониманием теоретических и практических основ современных инструментальных методов и средств исследования органических соединений, позволяющих с высокой степенью достоверности установить, как структуру молекулы, так и предсказать ее свойства, поведение их в многокомпонентных углеводородных системах. После освоения данного курса магистрант сможет ориентироваться в способах определения состава и структуры органических компонентов нефти и газа, выбрать наиболее оптимальный метод аналитического контроля технологического процесса в производстве таких веществ и переработке топлива, а также расширить знания о взаимовлиянии компонентов нефтяных систем, участвующих в каждом конкретном технологическом этапе, включая добычу, подготовку, хранение, транспорт и переработку нефти.

## Задачи дисциплины:

\* формирование способности обосновывать оптимальный выбор метода, схемы анализа, условий

регистрации аналитического сигнала на основе теоретических положений инструментальных методов анализа;

\* формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов,

лежащих в основе инструментальных методов анализа с последующим выполнением качественного и количественного анализов, математической обработкой результатов анализа с учетом метрологических характеристик;

\* формирование навыков и умений самостоятельно выделять конкретное содержание в прикладных

задачах профессиональной деятельности, и успешно их применять в работе на производстве.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Инструментальные методы исследования в химической технологии» относится к базовой части направления подготовки 18.04.01 Химическая технология. Данная дисциплина базируется на результатах освоения следующих дисциплин, изученных в бакалавриате: Общая и неорганическая химия, Физика, Аналитическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Основы метрологии, Химия нефти и газа, Общая химическая технология, Химическая технология органических веществ, Первичная переработка нефти и газа и др. дисциплин.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Научные исследования и разработки	ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую	ИД-1ОПК-1 Знает методологические основы научного знания ИД-2ОПК-1 Умеет использовать методы научного исследования при реше-

	работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	нии научных задач ИД-3ОПК-1 Владеет методами научного исследования
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ИД-1ОПК-2 Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа ИД-2ОПК-2 Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач ИД-3ОПК-2 Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных

#### 4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Хромато-графические методы разделения и анализа	1	6				6						11	Контр. работа 1 Отчет по Л.р.

	углеводородов нефти.												
2	Инфракрасная спек-троскопия (ИКС).	1	3			6						10.2	Контр. работа 2 Отчет по Л.р.
3	Масс-спектрометрические методы анализа (МСМ). Хромато-масс-спектрометрия (ХМСМ).	1	3			3						8	Контр. работа 3 Отчет по Л.р.
4	Основы ядерно-магнитной резонанс-ной спектро-скопии (ЯМРС).	1	4			3						8.6	Контр. работа 4 Отчет по Л.р.
5	Зачет	1							0.2				Подготовка по вопросам к зачёту
	Итого		16.0		0.0	18.0	0.0	0.2	0.0	0.0		37.8	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Хромато- графические методы разделения и анализа углеводородов нефти.	<p>Сущность хроматографии. Классификация методов хроматографии. Хроматографический пик и элюационные характеристики. Теоретические представления в хроматографии. Качественный и количественный анализ в хроматографии. Основные узлы хроматографа. Адсорбционная хроматография (колоночная). Виды адсорбентов. Основные узлы жидкостных хроматографов.</p> <p>Высокоэффективная жидкостная хроматография. Углеводороды нефти и их анализ методами газожидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Суть метода ВЭЖХ, условия проведения анализа, виды детекторов для ВЭЖХ. Определение группового состава нефтей и нефтепродуктов методом ВЭЖХ.</p> <p>Адсорбционная и газожидкостная распределительная хроматография. Общая характеристика методов. Основные хроматографические параметры. Основные узлы газовых хроматографов. Хроматограммы и их характеристика. Применение газовой хроматографии для исследования углеводородных систем, исследование нефтей и нефтяных фракций.</p>
2	Инфракрасная спектро-	Основные положения теории колебательной

	скопия (ИКС).	спектроскопии. Исторический обзор развития методов колебательной спектроскопии. Виды колебательных спектров. Происхождение колебательных спектров. Применение колебательной спектроскопии. Аналитические возможности колебательной спектроскопии. Приборное оформление при получении колебательных спектров. Современные приборы. Анализ различных химических структур. Применение колебательной спектрометрии при анализе нефтяных и полимерных систем. Спектроскопия ближней инфракрасной области. Основы ИКС при исследовании нефти и нефтепродуктов.
3	Масс-спектрометрические методы анализа (МСМ). Хромато-масс-спектрометрия (ХМСМ).	Общая характеристика и области применения. Сущность метода: способы ионизации (электронный удар, химическая ионизация, искровой разряд, лазерное излучение, бомбардировка пучком ионов), принципиальная схема масс-спектрометра. Анализ органических веществ. Области применения масс-спектрометрии. Хромато-масс-спектрометрия. Сущность метода и особенности его реализации. Устройство хромато-масс-спектрометра.
4	Основы ядерно-магнитной резонансной спектроскопии (ЯМРС).	История открытия ЯМР. Спектроскопия ЯМР $^1\text{H}$ , $^{13}\text{C}$ . Теоретические основы спектроскопии ЯМР. Химическое экранирование в атомах. Магнитное экранирование в молекулах. Вычисление констант экранирования. Влияние различных факторов на константу экранирования. Константы спин-спинового взаимодействия. Теория спин-спинового взаимодействия. Фурье-преобразование. Внешние и внутренние стандарты. Воздействие на константы спин-спинового взаимодействия различных факторов. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра. Спектры ЯМР и их интерпретация. Возможности идентификации и оценки качества исходных веществ, промежуточных и целевых продуктов химико-технологических процессов. Применение для оптимизации химико-технологических процессов.

## 5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Анализ фракций нефти методом капиллярной газожидкостной хроматографии.	Анализ углеводородов фракции нефти, выкипающей выше $180^\circ\text{C}$ , методом капиллярной газожидкостной хроматографии. Пробоподготовка фракций нефти к анализу. Подготовка хроматографа к работе. Введение анализируемой пробы во вход хроматографической колонки. Хроматографирование. Получение хроматограммы и ее интерпретация.

<p>Анализ фракций нефти методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.</p>	<p>Определение группового состава сырой нефти методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Пробоподготовка к анализу образцов сырой нефти. Подготовка хроматографа к работе. Введение анализируемой пробы во вход хроматографической колонки. Хроматографирование. Получение хроматограммы и ее интерпретация.</p>
<p>Качественный и количественный анализ смазывающей присадки в минеральном масле по ИК-спектрам.</p>	<p>Сущность ИК- Фурье спектроскопии в анализе органических соединений. Пробоподготовка образцов смазывающих присадок в минеральном масле к проведению анализа на масс-спектрометре. Подготовка прибора ИК-спектрометра к работе. Введение анализируемой пробы. Проведение анализа. Интерпретация полученных масс-спектров на предмет качественного и количественного содержания смазывающей присадки в минеральном масле.</p>
<p>Количественный анализ смеси изомеров ксилола по ИК-спектрам.</p>	<p>Приготовление растворов изомеров веществ. Подготовка кювет к работе. Регистрация спектров растворов в жидкостных кюветах. Идентификация полос поглощения в ИК- спектре, характерных для каждого типа замещения. Построение градуировочных зависимостей для эталонных смесей растворов. Полуколичественное определение изомеров ксилолов методом градуировочного графика.</p>
<p>Масс- спектрометрическое исследование смеси органических веществ.</p>	<p>Изучение реальных масс- хроматограмм смесей с указанными органическими соединениями. Проведение идентификации не менее 10 соединений с использованием специальной программы HP Chemstation. Для соединений, масс-спектры которых представлены в библиотеке, но коэффициент сходимости для которых составил менее 90, уточнить структуру. Провести для этого ручную расшифровку масс- спектров и построить схемы фрагментации соответствующих соединений.</p>
<p>Методические аспекты расшифровки спектров ЭПР на ядрах углерода-13.</p>	<p>Качественный и количественный анализ ЯМР спектров веществ и их смесей. Определение констант спин- спинового взаимодействия. Правила представления результатов анализа спектров ЯМР.  1. Сравнение числа линий в спектре <sup>13</sup>C с числом химически неэквивалентных атомов углерода (предварительный вывод о структуре)  2..Ана-лиз химических сдвигов сигналов <sup>13</sup>C. Учесть общие закономерности, характерные для спектров ЯМР <sup>13</sup>C.  3.Провести сравнение со спектрами с частичным подавлением спин- спино- вого взаимодействия или без подавле- ния.</p>

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Хромато-графические методы разделения и анализа углеводов нефти.	Составление конспектов по вопросам для самостоятель-но изучения, собеседование, выполнение лабораторных работ и подготовка отчета с корректными выводами.	11
2	Инфракрас- ная спектро- скопия (ИКС).	Составление конспектов по вопросам для самостоятель-но изучения, собеседование, выполнение лабораторных работ и подготовка отчета с корректными выводами.	10.2
3	Масс- спек- трометричес- кие методы анализа (МСМ). Хромато- масс- спек- трометрия (ХМСМ).	Составление конспектов по вопросам для самостоятель-но изучения, собеседование, выполнение лабораторных работ и подготовка отчета с корректными выводами.	8
4	Основы ядерно- магнитной резонансной спектроско- пии (ЯМРС).	Составление конспектов по вопросам для самостоятель-но изучения, собеседование, выполнение лабораторных работ и подготовка отчета с корректными выводами.	8.6

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации учебного процесса используются методы и формы обучения, формирующие компетенции и индикаторы их достижений, соответствующие требованиям ФГОС ВО направления подготовки 18.04.01 Химическая технология:

\* теоретический материал реализуется как в активной форме, так и в интерактивной с привлечением

современных информационных технологий, лекции проводятся с использованием ресурсов дистанционного обучения, а также в виде лекций-презентаций, проблемных лекций; развитие и закрепление полученных теоретических знаний, приобретение навыков исследовательского эксперимента реализуется с помощью лабораторных работ; используется анализ, сравнение методов проведения инструментальных методов исследования, выбор метода в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация;

\* контроль знаний осуществляется с помощью различного рода контролируемых материалов:

контрольных работ, расчетно-графических работ, отчетов по лабораторным работам, а также информационные технологии, используются и другие различные формы внеаудиторной самостоятельной работы;

\* для решения различных проблемных вопросов, для подготовки к контрольным занятиям, зачету

используются собеседование, консультации;

\* для реализации компетентностного подхода используются технические средства обучения и

контроля знаний, в том числе компьютерные технологии: электронная библиотека,



электронные базы учебно-методических ресурсов, созданных ведущим преподавателем и источники других авторов; видеофильмы, компьютерное тестирование; с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающиеся знакомятся с приемами работы на газовом хроматографе, ИК- спектрометре, знакомятся с программами, используемыми для обработки полученных экспериментальных данных.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций и индикаторов их достижения на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в комплекте оценочных средств по дисциплине «Инструментальные методы исследования в химической технологии», который является приложением к рабочей программе.

Для промежуточной аттестации после изучения дисциплины во втором семестре проводится зачет в виде тестирования или устного собеседования по вопросам к зачету.

Примерные вопросы к зачету

1. Спектроскопические методы анализа. Метод атомной и молекулярной спектроскопии, области применения.
2. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Сущность метода, цвет и спектр. Закон Бугра- Ламберта- Бера. Оптическая плотность и светопропускание. Коэффициент поглощения. Понятие о происхождении электронных спектров поглощения.
3. Методы адсорбционного анализа (колориметрия, фотокolorиметрия), количественный фотометрический анализ, условия определения (выбор аналитической длины волны, концентрации, толщины поглощающего слоя). Определение концентрации анализируемого раствора (метод градуировочного графика, метод стандарта, метод добавок).
4. Дифференциальный фотометрический анализ, сущность метода, способы определения концентрации (расчетный метод, метод градуировочного графика). Погрешности спектрофотометрического анализа.
5. Масс- спектрометрические методы (МСМ). Сущность метода. Способы ионизации. Приборное обеспечение МСМ (схема масс- спектрометра с магнитным масс-анализатором. Схема квадрупольного масс-спектрометра).
6. Сущность методики анализа органических веществ методом масс-спектрометрии.
7. Хроматографические методы количественного анализа (ионообменная хроматография, ГЖХ, ВЭЖХ.) Сущность метода, понятие о теории метода, параметры удерживания и разделения. Особенности проведения хроматографии.
8. Адсорбционная и распределительная хроматография.
9. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Устройство жидкостного хроматографа. Параметры удерживания и разделения. Отличие газовой хроматографии от высокоэффективной жидкостной хроматографии.
10. Газожидкостная хроматография. Устройство прибора, параметры удерживания (время удерживания, время выхода несорбируемого вещества, относительное время удерживания, удерживаемый объем), параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок, высота эквивалентная теоретической тарелке).
11. Понятие об ионообменной, ситовой и гель-фильтрационной хроматографии.
12. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Плоскостная хроматография (тонкослойная, бумажная). Особенности анализа, качественный и количественный анализ.
13. Сущность метода хромато- масс- спектроскопии (ХМС). Приборное обеспечение ХМС (схема масс- спектрометра в комбинации с газовым хроматографом).

Методические аспекты проведения анализа по ХСМ и перспективы применения.

14. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Причины происхождения ИК-спектров, типы колебаний атомов в многоатомной молекуле, с какими параметрами они связаны. Области применения.

15. Приборы и методика регистрации ИК-спектров и спектров КР. Блок-схема фурье-спектрометра. Идентификация и структурно-групповой анализ. Количественный анализ.

16. Сущность спектрометрии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Спектроскопия ЯМР высокого разрешения. Условие ядерного магнитного резонанса. Химсдвиг, единицы измерения, определение химсдвига, стандарты при определении химсдвига в «растворной» и «твердотельной» спектроскопии-ЯМР.

17. ЯМР-спектроскопия. Химсдвиг, уменьшение и увеличение его значения. Формула расчета линий в мультиплете спектра взаимодействующих ядер.

18. Процедура декаплинга в ЯМР. Условия в ядерной магнитной спектроскопии для получения изотропных и анизотропных спектров. Прием для устранения химической анизотропии в твердотельной ЯМР-спектроскопии, «сайдбанды».

19. Применение в ЯМР-спектроскопии процедуры Фурье-преобразования.

20. Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса, спектры ЯКР и их использование при решении структурных задач.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

### **а) литература**

1. Чекаев, Н. П. Инструментальные методы исследований: учебное пособие / Н. П. Чекаев, В. Н. Эркаев. - Пенза: ПГАУ, 2016. - 187 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/142073> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пругло, Г. Ф. Хроматографические методы анализа: учебное пособие / Г. Ф. Пругло, О. В. Фёдорова, Р. А. Смит. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. - 85 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102592.html> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102592>

3. Хроматографический анализ нефтяных газов: учебное пособие / А.И. Лахова [и др.]. - Казань: Издательство КНИТУ, 2020. - 88 с. - ISBN 978-5-7882-2830-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/121082.html> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Афаунов, А. А. Газохроматографический анализ в лабораторном практикуме: учебно-методическое пособие / А. А. Афаунов, В. И. Жучков, Е. М. Марцинкевич. - Москва: РТУ МИРЭА, 2021. - 143 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/218489> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Демина, Л. А. Качественный газохроматографический анализ : учебно-методическое пособие / Л. А. Демина, Н. Я. Супрядкина. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 16 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153037> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия: учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А.А. Перов. - Москва: РТУ МИРЭА, 2021. - 80 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/218513> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Контрольные задания и тесты. В 3 частях. Ч.3: учебное пособие / А. В. Билалов, Ю. Г. Галяметдинов, В. В. Осипова [и др.]. - Казань: Издательство КНИТУ, 2022. - 108 с. - ISBN

978-5-7882-2934-8, 978-5-7882-3094-8 (ч.3). - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/129167.html> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ: учебник для вузов / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев [и др.]; Под ред. проф Л. Н. Москвина. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 584 с. - ISBN 978-5-8114-9165-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187743> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Дянкова, Т. Ю. Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза. Полимеры и растворители: учебное пособие / Т. Ю. Дянкова. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. - 83 с. — ISBN 978-5-7937-1762-5. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102550.html> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

10. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд., испр. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 451 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18193-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534513> (дата обращения: 21.05.2024).

11. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии: учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. - Томск: ТПУ, [б. г.]. - Часть II: ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия - 2013. - 88 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/45172> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Методы ЭПР и ЯМР в органической и элементоорганической химии: учебное пособие / В. К. Черкасов, Ю. А. Курский, К. А. Кожанов [и др.]. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 53 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152864> (дата обращения: 20.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>
2	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс, содержащий материалы для вузов по научно-гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам.
3	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система Издательства «Лань», тематические пакеты: химия, математика, физика, инженер-но-технические науки. (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3++) к комплектованию библиотек.
4	<a href="http://xumuk.ru">http://xumuk.ru</a>	Электронная система, содержащая классические

		учебники по неорганической, органической, физической, коллоидной и биологической химии. Химическая энциклопедия и форум химиков.
5	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	Образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов и преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	«Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ	Компьютерная справочная правовая система в России. Реализованы все современные возможности для поиска и работы с право-вой информацией
2	Мультитран	Информационная справочная система «Электронные словари»
3	«Информика»	Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России
4	Google Scholar	Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин

## 10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Для успешной реализации компетентностного подхода в образовательной деятельности АмГУ располагает необходимой материально-технической базой (МТБ). Занятия по дисциплине «Инструментальные методы анализа в химической технологии» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. В качестве аудиторного обеспечения данной дисциплины используются специализированные лаборатории аналитической химии и физико-химических методов анализа с набором соответствующего приборного обеспечения. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.

В качестве мультимедийных средств используются тематическая разработка лекций-презентаций и элементов виртуальных лабораторных работ. При проведении лекций и лабораторных занятий используется различное оборудование – видеопроектор, система мультимедиа с ПК.

