

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Современные методы анализа нефти и нефтепродуктов

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Органическая химия, нефтехимия и полимеры. Синтез и дизайн

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.04 Современные методы анализа нефти и нефтепродуктов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	<p>ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.</p> <p>ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	<p>ПК-1-н.1: Уметь определять круг профессиональных специфических задач анализа нефти и нефтепродуктов современными физико-химическими методами, определять связи между задачами и приоритетные направления их решения. Владеть навыками планирования работы по физико-химическому анализу нефти и различных нефтепродуктов.</p> <p>ПК-1-н.2: Знать принципы работы современной аппаратуры, используемой в физико-химических методах анализа, знать основные методологические приемы подготовки реагентов, анализируемых веществ и оборудования, а также способы реализации научного эксперимента. Уметь ориентироваться в возможностях современных физико-химических методов исследования для решения конкретных исследовательских и прикладных задач, выбирать и применять в</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>профессиональной деятельности необходимые экспериментальные методы анализа органических соединений, входящих в состав нефти и нефтепродуктов, выполнять исходные вычисления, производить расчеты по результатам эксперимента. Уметь определять и анализировать качественный и рассчитывать количественный состав нефтепродуктов на основе результатов, полученных современными физико-химическими методами, а также расшифровывать спектры и делать на их основе выводы синтетического и прикладного характера. Владеть 1 понятийно-терминологическим аппаратом физико-химических методов и навыками выбора оптимальных физико-химических методов анализа состава и строения нефти и нефтепродуктов. Владеть 2 навыками работы на современном научном оборудовании при проведении научных исследований, методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов. Мотивация: потребность и стремление приобретения нового опыта и знаний в области анализа нефти и нефтепродуктов современными физико-химическими методами, приобретение опыта использования современного оборудования при проведении научных исследований.</p>		
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в	ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах	ПК-2-н.1: Знать основные способы поиска сбора, анализа и обработки первичной	Круглый стол Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные

<p>выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>данных. ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных с химией науках.</p>	<p>информации с использованием современных ИТ-технологий. Уметь осуществлять корректный поиск требуемой информации по характеристике нефтепродуктов различными физико-химическими методами. Владеть 1 навыками работы с современными базами данных при изучении нефтепродуктов. Владеть 2 методами обработки результатов измерений и приемами работы со структурно-графическими химическими редакторами и химическими базами данных. Владеть навыками представления полученных результатов в виде отчетов с использованием коммерчески доступного программного обеспечения. Мотивация: приобретение опыта своевременного написания и предоставления отчетов с применением современных компьютерных технологий, проявление активности и самостоятельности.</p> <p>ПК-2-н.2: Уметь самостоятельно строить процесс овладения информацией, отбирать и структурировать информацию при освоении дисциплины. Владеть 1 методами обобщения результатов в области анализа нефти и нефтепродуктов современными физико-химическими методами. Владеть 2 навыками представления анализируемых результатов в виде отчетов и рефератов с использованием коммерчески доступного программного обеспечения. Мотивация: готовность к</p>	<p>Реферат</p>	<p>вопросы</p>
---	--	---	----------------	----------------

		профессиональному самосовершенствованию.		
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.	<p>ПК-3-н.1: Знать 1 работу компьютера, основы использования конкретного программного продукта. Знать 2 основы современных технологий сбора, статистической обработки результатов химических экспериментов и представления экспериментальной информации. Уметь систематизировать и анализировать информацию, полученную при анализе нефти и нефтепродуктов физико-химическими методами исследования. Владеть навыками анализа нефти и нефтепродуктов и сопоставления, полученных экспериментальных результатов с литературными данными.</p> <p>ПК-3-н.2: Знать особенности химического состава и свойств нефтей и нефтепродуктов, основы современных физико-химических методов анализа строения органических соединений, входящих в состав нефти и нефтепродуктов, включая способы с применением газовой хроматографии, масс-спектрометрии, времяпролетной масс-спектрометрии, ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопии. Уметь выбирать метод исследования для получения необходимой информации при характеристике нефти и нефтепродуктов Владеть методиками анализа веществ с использование современного аналитического</p>	Допуск к лабораторной работе Задачи Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

		оборудования в рамках методов газовой хроматографии, ядерного магнитного резонанса, ИК-, УФ- спектроскопии, масс-спектрометрии, времяпролетной масс-спектрометрии.		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>5</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>180</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>78</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Введение. Классификация физико-химических методов исследования. Основные характеристики методов анализа.	8	4	2	6	2
Тема 2. УФ-спектроскопия и спектрофотометрия.	22	6	7	13	9
Тема 3. Инфракрасная спектроскопия.	27	8	7	15	12
Тема 4. Физические основы спектроскопии ЯМР.	32	8	8	16	16
Тема 5. Газо-жидкостная хроматография.	18	2	4	6	12
Тема 6. Масс-спектрометрия.	11	2	0	2	9
Тема 7. Хромато-масс-спектрометрия.	15	2	4	6	9

Тема 8. Времяпролетная масс-спектрометрия.	9	0	0	0	9
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	180	32	32	66	78

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение. Классификация физико-химических методов исследования. Основные характеристики методов анализа.

Введение. Задачи и цели физико-химических методов исследования. Основные методы исследования структуры и свойств углеводородов нефти и их производных.

Классификация физико-химических методов исследования: дифракционные, тепловые, спектральные, масс-спектрометрические, электрохимические, хроматографические. Назначение методов и основные принципы.

Основные характеристики методов анализа: правильность, воспроизводимость, сходимост, точност, чувствительност, предел обнаружения, селективност, линейный динамический диапазон, экспрессност, экономические характеристики.

Приёмы определения неизвестной концентрации. Метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок.

Тема 2. УФ-спектроскопия и спектрофотометрия.

Законы поглощения света. Характеристики светового излучения. Правила отбора. Классификация электронных переходов. Разрешенные и запрещенные переходы. Коэффициент молярной экстинкции. Приборы и элементы экспериментальной техники в фотохимии: УФ-спектрометры, спектрофотометры. Источники света (лампы накаливания, газоразрядные лампы). Монохроматоры и светофильтры. Фотоприемники (термоэлементы, фотоэлементы, фотоумножители). Спектры поглощения основных классов органических соединений. Эффекты сопряжения в электронных спектрах. Особенности расшифровки. Влияние заместителей, растворителей. Особенности расшифровки спектров.

Тема 3. Инфракрасная спектроскопия.

Физические основы спектроскопии. Колебательные уровни, их населенности, условие резонанса. Основные термины и понятия. Типы колебаний. Связь интегральной интенсивности и дипольного момента. Основные принципы ИК эксперимента. Приборы и элементы в инфракрасной спектроскопии. Выбор оптимальных условий для регистрации ИК-спектров. Характеристические колебания. Валентные и деформационные колебания. Волновое число. Интенсивность. ИК-сигналы основных функциональных групп органических соединений. Особенности расшифровки. Влияние заместителей, растворителей.

Тема 4. Физические основы спектроскопии ЯМР.

Поведение ядер в статическом магнитном поле: ядерные зеемановские уровни, их населенности, условие резонанса. Основные принципы эксперимента ЯМР. Импульсный метод ЯМР, характеристики импульсов. Классическое описание импульсного эксперимента. Времена спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Фурье-преобразование. Накопление спектра. Импульсный спектрометр ЯМР. Параметры спектров ЯМР. Химический сдвиг, константа экранирования. Влияние заместителей и гибридизации углерода (алканы, алкены, ароматические соединения). Спин-спиновое взаимодействие. Спиновые системы AX, AX<sub>2</sub>, AX<sub>n</sub>, AMX, Ap. Геминальные константы (H-C-H). Вицинальные

взаимодействия протонов (кривая Карплуса). Дальние взаимодействия (в т.ч. и «через пространство»). Правила мультиплетности. Спин-спиновое взаимодействие  $^1\text{H}$  с другими ядрами. Интенсивности сигналов. Химсдвиги  $^1\text{H}$  в органических соединениях. ЯМР  $^{13}\text{C}$ . Химсдвиги  $^{13}\text{C}$  для органических молекул. Спин-спиновое взаимодействие. Константы  $^{13}\text{C}$ - $^1\text{H}$ . Правила мультиплетности, порядок спектра. Эксперименты двойного резонанса: их применения. «Развязывание спинов» в ЯМР  $^1\text{H}$ . Понятия о «спин-тиклинге». Подавление сигнала растворителя. «Развязывание спинов» в спектроскопии ЯМР  $^{13}\text{C}$ . Частичная развязка от протонов. « $^1\text{H}$  - off-resonance». «Развязка с выключением» (Gated Decoupling). «Обратная развязка с выключением» (Inverse Gated Decoupling).

#### Тема 5. Газо-жидкостная хроматография.

Теоретические основы хроматографии. Работы М.С. Цвета. Адсорбционная, жидкостная, газовая хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Газ-носитель, требования к нему. Типы хроматографических колонок, твердая фаза и жидкая фаза. Приготовление колонок. Детекторы в газовой хроматографии. Особенности строения и принцип работы катарометра и пламенно-ионизационного детектора. Регистрирующие устройства. Качественный и количественный методы хроматографического анализа. Метод эталонных соединений. Методы определения площади пика. Принципиальные преимущества и недостатки газо-жидкостной хроматографии для исследования органических соединений.

#### Тема 6. Масс-спектрометрия.

Физические основы метода. Ионизация электронным ударом. Молекулярный ион, его устойчивость. Фрагментация, перегруппировки. Устройство простейшего масс-спектрометра. Вид масс-спектра. Влияние энергии электронного пучка на вид масс-спектра. Изотопный состав вещества и масс-спектр. Факторы, определяющие относительную интенсивность пика в спектре. Основные правила фрагментации ионов. Масс-спектры отдельных классов органических соединений.

#### Тема 7. Хромато-масс-спектрометрия.

Физические основы. Возможности метода. Возможности комплексного применения различных физико-химических методов для исследования строения и реакционной способности органических соединений.

#### Тема 8. Времяпролетная масс-спектрометрия.

Основы метода ионизации МАЛДИ. Времяпролетная масс-спектрометрия с источником МАЛДИ. Влияние природы матрицы и способа приготовления образца на эффективность ионизации. Применение времяпролетной МАЛДИ масс-спектрометрии.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 16 ч.

### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.



Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: 1. Ильичев И.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза.

Электронный учебно-методический комплекс. Н.Новгород: ННГУ, 2010.–163с. [Электронный ресурс – [http://www.unn.ru/books/met\\_files/Ilichev\\_Lazarev\\_Shchepalov.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Ilichev_Lazarev_Shchepalov.pdf)].

2. Гришин И.Д. «Времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ ионизацией для анализа высокомолекулярных и металлоорганических соединений». Электронное учебно-методическое пособие. ННГУ. 2014. 49 с. [Электронный ресурс - <http://www.unn.ru/books/resources.html>].

3. Методы ЭПР и ЯМР в органической и элементоорганической химии. Черкасов В.К., Курский Ю.А., Кожанов К.А., Бубнов М.П., Куропатов В.А. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 53 с. [Электронный ресурс - <http://www.unn.ru/books/resources.html>].

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:**

### **Лабораторный практикум**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>
1.	2	Количественное определение полиароматических углеводов в базовых маслах методом УФ-спектроскопии
2.	3	Определение непредельных углеводов в нефтяных фракциях и нефтепродуктах методом ИК-спектроскопии
3.	3	Анализ нефтяных кислот методом ИК-спектроскопии
4.	3	Исследование термоокислительной стабильности топлив и масел. Анализ окисленных продуктов методом ИК-спектроскопии
5.	4	Использование компьютерных программ и ресурсов «Интернет» для симуляции и интерпретации спектров ЯМР $^1\text{H}$ и ЯМР $^{13}\text{C}$ .

6.	5	Количественное определение бензола в бензинах методом ВЭЖХ
7.	5	Количественное определение полиароматических углеводородов в среднестиллятных типах топлив методом ВЭЖХ
8.	3, 4, 7	Физико-химические методы определения воды в нефтепродуктах
9	2, 3, 4, 7	Комплексное определение ароматических углеводородов в нефтепродуктах

*Перечень вопросов для подготовки к допускам по лабораторным работам:*

**Работа №1 «Количественное определение полиароматических углеводородов в базовых маслах методом УФ-спектроскопии»**

1. Принцип работы УФ-спектрометра.
2. Типы переходов в УФ- и видимом диапазоне в органических молекулах.
3. Условия снятия УФ спектра – концентрации, кюветы, растворитель и др.
4. Растворители в УФ-спектроскопии. Требования, предъявляемые к ним. Влияние растворителей на вид спектра.
5. Электронные спектры поглощения полиароматических углеводородов.
6. Методика проведения эксперимента.
7. Обработка результатов эксперимента.

**Работа №2 «Определение непредельных углеводородов в нефтяных фракциях и нефтепродуктах методом ИК-спектроскопии»**

1. Виды ИК-спектроскопии. Особенности применения и недостатки
2. Классы органических веществ, пригодные для анализа ИК- спектроскопией.
3. Основные характеристические колебания непредельных углеводородов.
4. Принцип работы ИК-спектрометра. Условия снятия ИК спектра – концентрации, кюветы, растворитель и др. Параметры полосы поглощения.
5. Методика проведения эксперимента.
6. Обработка результатов эксперимента.

**Работа №3 «Анализ нефтяных кислот методом ИК-спектроскопии»**

1. Инфракрасная спектроскопия. Основные термины и понятия. Колебательно-вращательный спектр.
2. Число колебаний и число полос в ИК-спектрах. Основное правило отбора. Вырожденные колебания.
3. Методы приготовления образцов для ИК-спектроскопии. Количественный анализ.
4. Принцип работы ИК-спектрометра. Условия снятия ИК спектра – концентрации, кюветы, растворитель и др. Параметры полосы поглощения.
5. Приведите способы анализа кислот и щелочей в нефтепродуктах.
6. Методика проведения эксперимента.

7. Обработка результатов эксперимента.

**Работа №4 «Исследование термоокислительной стабильности топлив и масел. Анализ окисленных продуктов методом ИК-спектроскопии»**

1. Понятие термоокислительной стабильности топлив и масел. Условия окисления топлив и масел.
2. Какие процессы протекают при окислении нефтепродуктов. Охарактеризуйте продукты, образующиеся в результате данного процесса.
3. Приведите способы анализа кислот и щелочей в нефтепродуктах.
4. Метод ИК-спектроскопии. Основное колебание связи. Типы колебаний в ИК области. Характеристические частоты. Основные закономерности, влияющие на частоту колебаний.
5. Основные характеристические колебания органических молекул в ИК- области.
6. Методика проведения эксперимента.
7. Обработка результатов эксперимента.

**5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:**

*Перечень вопросов для подготовки к допускам по лабораторным работам:*

**Работа №5 «Использование компьютерных программ и ресурсов «Интернет» для симуляции и интерпретации спектров ЯМР <sup>1</sup>H и ЯМР <sup>13</sup>C.»**

1. Основы ЯМР- спектроскопии
2. Параметры спектров ЯМР. Химический сдвиг, константа экранирования. Интенсивности сигналов.
3. Основные способы симулирования ЯМР <sup>1</sup>H и ЯМР <sup>13</sup>C с использованием компьютерных программ и «Интернет» ресурсов.
4. Предсказание ЯМР <sup>1</sup>H и ЯМР <sup>13</sup>C ароматических углеводородов на основе аддитивных схем.
5. Базы данных ЯМР-спектроскопии, позволяющие интерпретировать и сравнивать полученные экспериментальные спектры.
6. Обработка результатов эксперимента и представление отчета.

**Работа №6 «Количественное определение бензола в бензинах методом ВЭЖХ»**

1. Физические основы метода ВЭЖХ.
2. Особенности применения сорбентов и растворителей ВЭЖХ.
3. Основные параметры хроматографического разделения.
4. Аппаратура для жидкостной хроматографии.
5. Методика проведения эксперимента. Условия, выбор растворителя.
6. Обработка результатов эксперимента.

**Работа №7 «Количественное определение полиароматических углеводородов в среднедистиллятных типах топлив методом ВЭЖХ»**

1. Физические основы Метода ВЭЖХ. Области применения ВЭЖХ.
2. Основные варианты исполнения анализа ВЭЖХ.
3. Сорбенты для ВЭЖХ.
4. Перечислите требования к подвижной фазе в ВЭЖХ. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
5. Влияние полиароматических углеводородов на живые организмы.
6. Методика определения содержания полиароматических углеводородов в средних дистиллятах методом ВЭЖХ.
7. Обработка результатов эксперимента.

### Работа №8 «Физико-химические методы определения воды в нефтепродуктах»

1. Влияние воды на промышленный процесс производства нефтепродуктов и их эксплуатационные характеристики.
2. Способы удаления воды из нефти и нефтепродуктов
3. Приведите методы определения воды в нефтях и нефтепродуктах.
4. Какими физико-химическими методами можно определить содержание воды в нефтепродуктах.
5. Методика эксперимента. Выбор оптимально метода анализа нефтепродуктов на содержание в них воды.
6. Обработка результатов эксперимента.

### Работа №9 «Комплексное определение ароматических углеводородов в нефтепродуктах»

1. Какие типы ароматических углеводородов входят в состав низкокипящих, среднедистиллятных и высококипящих фракций нефти?
2. Приведите примеры положительного и отрицательного влияния ароматических углеводородов на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.
3. Промышленные способы выделения ароматических углеводородов.
4. Какие физико-химические методы определения ароматических соединений вы знаете? Дайте краткую характеристику данным методам.
5. Выбор оптимально метода определения ароматических углеводородов в нефтепродуктах.
6. Методика проведения эксперимента.
7. Обработка результатов эксперимента.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть не грубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

#### Этапы выполнения лабораторной работы и написания отчета, их составные части

Содержание этапа	Критерии оценивания	Формируемые компетенции
1. Анализ теоретического материала для работы	Самоконтроль	ПК-2-н
2. Сдача допуска	Письменные ответы на	Компетенции

	вопросы, собеседование	<i>перечислены в перечне вопросов для лабораторных работ (см. выше)</i>
3. Экспериментальная и аналитическая часть	Выполнение лабораторной работы	<i>ПК-1-н ПК-3-н</i>
4. Расчетная часть	Самостоятельный контроль	<i>ПК-1-н ПК-3-н</i>
5. Представление отчета	Структура отчета	<i>ПК-1-н ПК-2-н ПК-3-н</i>

### **Требования к оформлению отчета.**

Отчет должен содержать:

1. название работы;
2. цель работы;
3. краткое теоретическое введение, включая способы получения (топлив, масел, присадок), уравнения химических реакций (способов получения), физико-химические и эксплуатационные характеристики исследуемых объектов и их химические свойства;
4. экспериментальную часть, включая основные рисунки используемого оборудования и установок, диаграммы, графи и расчеты по проводимой работе;
5. выводы;
6. список использованной при выполнении задания литературы.

Отчет должен быть оформлен аккуратно и представляется для проверки на следующее после выполнения работы занятие.

*Типовые задания при оформлении отчета для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:*

1. Анализ литературных источников по теме лабораторной работы, выбор технических средства и методов испытаний для решения исследовательских задач.
2. Методика проведения эксперимента.

#### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:**

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.

#### **5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:**

1. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Протоколирование результатов опытов.
3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
4. Расчет содержания компонента (компонентов) по экспериментальным данным.
5. Статистическая обработка результатов анализа.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

#### **5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:**

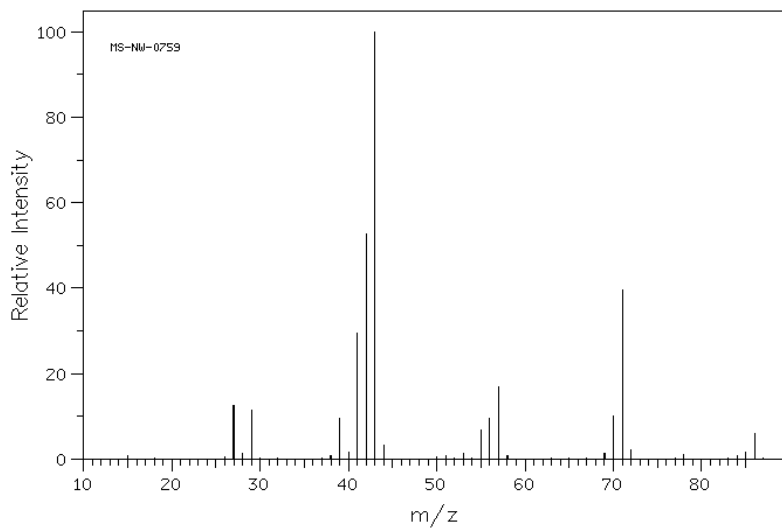
**1. В УФ спектре раствора цикlopentadiена в гептане оптическая плотность при  $\lambda_{\text{макс}}=240$  нм составляет 0,83 при длине светового пути 1 см. Определите концентрацию раствора, если молярный коэффициент поглощения равен 3400 л/(моль\*см).**

- 1)  $2,44 \cdot 10^{-4}$  моль/л;
- 2)  $2,00 \cdot 10^{-4}$  моль/л;
- 3)  $2,44 \cdot 10^{-2}$  моль/л;
- 4)  $3,00 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

**2. Какому соединению соответствует ИК-спектр, представленный ниже:**

- 1) бутаналь;
- 2) бутен-1;
- 3) бутан;
- 4) бутановая кислота.

**3. Укажите массу молекулярного иона 2-метилпентана в приведенном масс-спектре:**

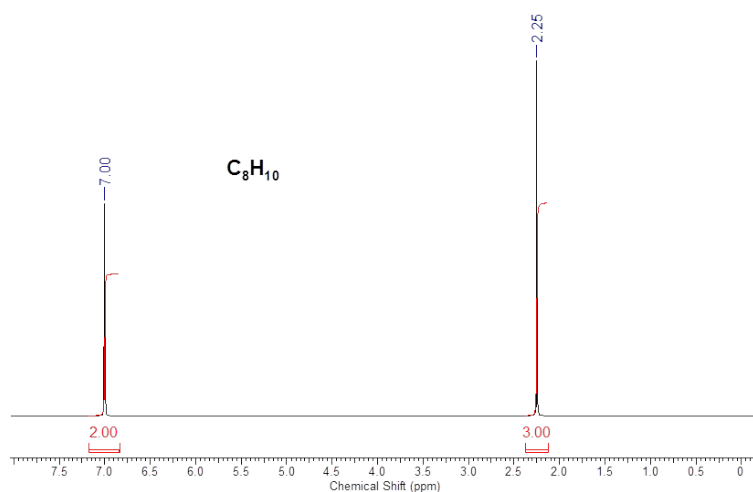


- 1) 43;
- 2) 86;
- 3) 72;
- 4) 57.

**4. Мультиплетность сигнала метильной группы в составе этильного заместителя:**

- 1) синглет;
- 2) дублет;
- 3) триплет;
- 5) квинтет.

**5. Какому соединению с брутто-формулой  $C_8H_{10}$  соответствует ЯМР-спектр, представленный ниже:**



- 1) пара-ксилол;
- 2) этилбензол;
- 3) октадиин-3,5;
- 4) мета-ксилол.

**6. Какой элюент обладают наибольшей элюирующей силой на оксиде алюминия?**

- 1) н-пентан,

- 2) циклогексан
- 2) бензол,
- 4) этанол.

**7. Укажите диапазоны использования УФ-спектрометрии при исследовании нефтяных образцов?**

- 1) 100-200 нм;
- 2) 200-400 нм;
- 3) 400-800 нм;
- 4) более 800 нм.

**8. Укажите, в каких случаях сохраняется линейная зависимость оптической плотности от концентрации:**

- 1) состав анализируемого раствора с разбавлением не изменяется;
- 2) при разбавлении раствора происходит гидролиз определяемого вещества;
- 3) при разбавлении раствора происходит диссоциация определяемого вещества;
- 4) с изменением pH раствора происходит смещение равновесия.

**9. Какие колебательные движения в молекулах вещества происходят в ИК-области спектра?**

- 1) только валентные;
- 2) только деформационные;
- 3) валентные и деформационные;
- 4) искривленные.

**10. Единица измерения химического сдвига в ЯМР, независящая от частоты:**

- 1) Гц;
- 2) м.д.;
- 3) нм;
- 4) см<sup>-1</sup>.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать все правильные ответы.
отлично	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 9 правильных ответов из 10.
очень хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 7-8 правильных ответов из 10
хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 6 правильных ответов из 10.
удовлетворительно	Владение теоретическим материалом, которое позволяет дать 5 правильных



Оценка	Критерии оценивания
	ответов из 10
неудовлетворительно	Владения теоретическим материалом на очень низком уровне. Количество правильных ответов менее 5.
плохо	Отказ выполнять работу. Работа не сдана или сдан пустой лист.

### 5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Круглый стол) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

#### Этапы подготовки и проведения круглых столов

Содержание этапа	Критерии оценивания	Формируемые компетенции
1. Подготовительный этап (самостоятельное распределение обязанностей по поиску информации по теме круглого стола, контроль самостоятельного выполнения заданий)	Планирование работы группы Поиск информации Создание рабочей группы	ПК-2-н
2. Проведение дискуссий и прений	Полнота знаний рассматриваемой проблемы	ПК-2-н
3. Оформление конспекта круглого стола	Структура конспекта: полнота раскрытия материала; анализ изложенного материала, выводы	ПК-2-н

#### Примерные темы дискуссий и круглых столов

1. Применение современных спектральных методов для анализа нефти и нефтепродуктов в промышленности.
2. особенности применения ЯМР- спектроскопии для анализа нефти и продуктов нефтереработки.
3. Хроматографические методы промышленного анализа нефти и нефтепродуктов.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Круглый стол)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент знает теорию вопроса на высоком уровне, активно участвует в дискуссии, задает вопросы, предлагает проблемные ситуации для группового анализа, выслушивает мнения других. Студент умеет организовывать командное взаимодействие для решения поставленных задач. Студент умеет самостоятельно проводить анализ поставленной проблемы, раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее, делает выводы. Студент умеет взвешивать и анализировать возможности и риски поставленной проблемы, несет ответственность за принятые решения.
отлично	Студент знает теорию вопроса на высоком уровне, активно участвует в дискуссии, задает вопросы, выслушивает мнения других, но не предлагает проблемных ситуаций для группового анализа. Студент принимает активное участие в командном взаимодействии для решения поставленных задач. Умеет самостоятельно проводить анализ поставленной проблемы, раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее, делает выводы. Студент умеет взвешивать и анализировать возможности и риски поставленной проблемы, несет ответственность за принятые решения.
очень хорошо	Студент знает теорию вопроса, не допускает принципиальных ошибок в обсуждении, активно участвует в дискуссии, задает вопросы, выслушивает мнения других. Студент принимает активное участие в командном взаимодействии для решения поставленных задач. Обучающийся раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит собственные взгляды на нее, делает выводы. Студент умеет взвешивать и анализировать возможности и риски поставленной проблемы, несет ответственность за принятые решения.
хорошо	Студент знает теорию вопроса, допускает незначительные ошибки в обсуждении, активно участвует в дискуссии. Обучающийся задает вопросы, но не предлагает проблемные ситуации для группового анализа, выслушивает мнения других. Умеет взвешивать и анализировать возможности и риски поставленной проблемы, несет ответственность за принятые решения.
удовлетворительно	Студент знает теорию вопроса, но допускает ошибки в обсуждении, не проявляет активности в дискуссии, не задает вопросы, не предлагает проблемные ситуации для группового анализа. Студент принимает участие в командном взаимодействии для решения поставленных задач, выслушивает мнения других.
неудовлетворительно	Студент допускает значительные ошибки и грубые в обсуждении, не проявляет активности в дискуссии, не задает вопросы, не предлагает проблемные ситуации для группового анализа. Студент принимает пассивное участие в командном взаимодействии для решения поставленных задач, но выслушивает мнения других.
плохо	Студент осуществляет роль стороннего наблюдателя, не владеет теорией

Оценка	Критерии оценивания
	вопроса, не задает вопросы и не участвует в дискуссии.

### 5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

#### Этапы выполнения реферата и его составные части

Содержание этапа	Критерии оценивания	Формируемые компетенции
1. Составление плана реферата и контроль самостоятельного выполнения реферата. Поиск информации, подбор источников	Представление плана реферата и плана выполнения работы	ПК-2-н
2. Содержательная часть реферата (обработка и систематизация информации)	Полнота раскрытия материала. Анализ изложенного материала, изложение различных точек зрения и собственных взглядов, выводы	ПК-2-н
3. Оформление и представление реферата	Структура работы	ПК-2-н
4. Представление материала в виде доклада и презентации	Структура и содержание доклада и презентации в PowerPoint	ПК-2-н

#### Примерные темы рефератов

1. Спектроскопия на ядрах  $^{19}\text{F}$  и  $^{31}\text{P}$ .
1. Спектроскопия COSY.
2. Спектроскопия NOESY-2D.
3. Гетероядерная корреляционная спектроскопия ЯМР. Методы HSQC и HMQC.
4. Гетероядерная корреляционная спектроскопия ЯМР. Метод HMBC.
5. Применение спектроскопии ЯМР в полимерной химии.
6. ЯМР анализ нефти и продуктов нефтепереработки.
7. ИК-спектроскопия в анализе нефти и нефтепродуктов.
8. Теоретические основы хроматографии.
9. Качественный и количественный методы хроматографического анализа.
10. Применение хроматографии для анализа продуктов нефтепереработки.

#### Требования к оформлению реферата

Реферат должен носить творческий характер, это итог длительного и серьезного интеллектуального труда. При выполнении работы необходимо рассмотреть принципы и методы анализа, сравнить рассматриваемый метод анализа с традиционными методами анализа в данной области, сделать выводы.

1. Реферат оформляется на листах формата А4, в печатном варианте шрифтом Times New Roman 12–14 пт.
2. Страницы работы нумеруются начиная с оглавления (номер на странице оглавления не ставится), внизу или сверху листа по центру.
3. По объему работа должна быть не менее 20 страниц и не более 30 страниц.
4. На титульном листе указывается название темы, фамилия, имя и отчество исполнителя и преподавателя.
5. При использовании данных, взятых из научных и учебных источников, даются ссылки на данные источники информации.
6. Текст реферата должен сопровождаться графиками, диаграммами, таблицами, схемами, рисунками, спектрами. Каждая таблица имеет название и номер, нумерация таблиц сквозная по всему реферату. Графики, диаграммы, схемы, рисунки, спектры считаются рисунками и должны иметь сквозную нумерацию.
7. В конце реферата приводится список использованной литературы и интернет-источников.

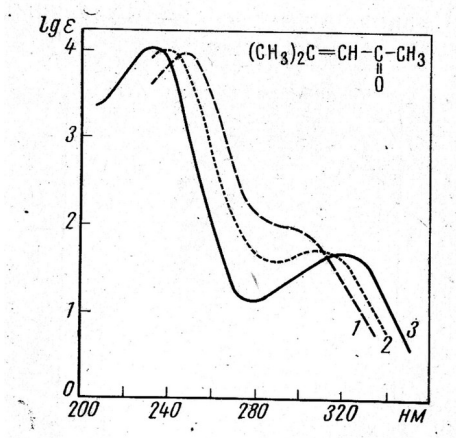
#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	В реферате раскрывается суть исследуемой проблемы на высоком уровне с привлечением научного стиля, представлена общенаучная и терминологическая лексика, соответствующая теме. Автор проводит анализ поставленной проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее, делает выводы. Реферат логически выстроен, приведены примеры, оформлен на высоком уровне. Присутствуют все основные разделы: титульный лист, содержание, введение, содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
отлично	В реферате раскрывается суть исследуемой проблемы на высоком уровне с привлечением научного стиля, представлена общенаучная и терминологическая лексика, соответствующая теме. Автор проводит анализ поставленной проблемы, делает выводы, но не приводит различные точки зрения на данную проблему. Реферат логически выстроен, приведены примеры, оформлен на высоком уровне. Присутствуют все основные разделы реферата: титульный лист, содержание, введение, содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
очень хорошо	В реферате раскрывается суть исследуемой проблемы на высоком уровне, представлена общенаучная и терминологическая лексика, соответствующая теме, отмечается в ряде случаев отклонения от научного стиля повествования. Автор проводит анализ поставленной проблемы, делает выводы, но не приводит различные точки зрения на данную проблему. Реферат логически выстроен, приведены примеры, оформлен на хорошем уровне. Присутствуют все основные разделы реферата: титульный лист, содержание, введение,

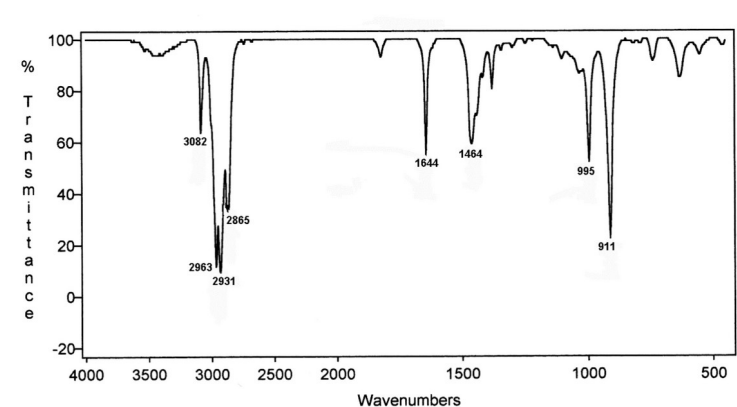
Оценка	Критерии оценивания
	содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
хорошо	В реферате раскрывается суть исследуемой проблемы на доступном уровне для читателя, представлена общенаучная и терминологическая лексика, соответствующая теме, отмечается в ряде случаев отклонения от научного стиля повествования. Реферат логически выстроен, приведены примеры, выводы, но не приведены различные точки зрения на данную проблему, оформлен на хорошем уровне. Присутствуют все основные разделы реферата: титульный лист, содержание, введение, содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
удовлетворительно	В реферате кратко раскрывается суть исследуемой проблемы, представлена общенаучная и терминологическая лексика, соответствующая теме, научный стиль изложения соблюдается фрагментарно. Реферат оформлен доступно для читателя, но не приведены примеры или не раскрыты отдельные главы. Присутствуют все основные разделы реферата: титульный лист, содержание, введение, содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
неудовлетворительно	В реферате не раскрывается суть исследуемой проблемы или реферат написан по другой проблеме. Плохое оформление работы, понимание затруднено. Нарушена структура реферата, отсутствует какой-либо из разделов работы: титульный лист, содержание, введение, содержательная часть реферата с подразделами, заключение, литература.
плохо	Реферат не сдан.

### 5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

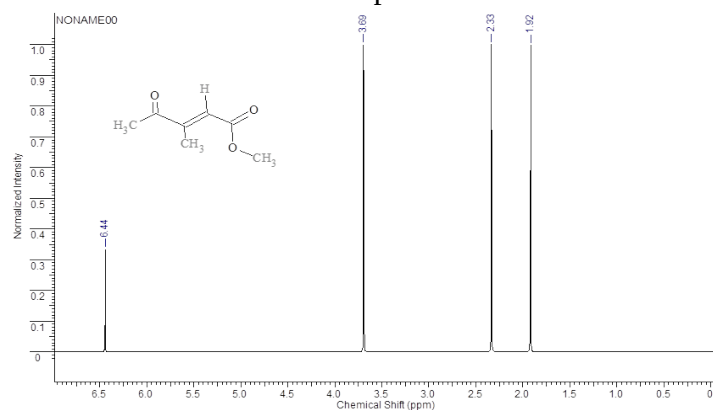
**Задача 1.** УФ-спектр снимали в воде, гексане, спирте. Определить какому растворителю принадлежат кривые сканирования 1, 2, 3.



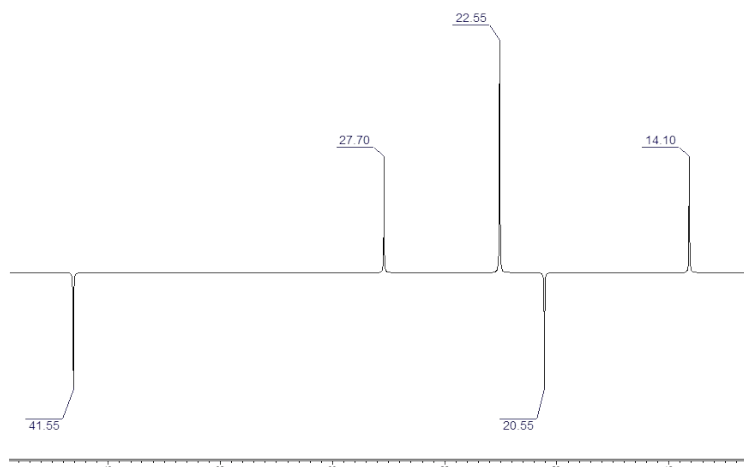
**Задача 2.** Провести соотнесение пиков на следующих ИК- спектрах, определить класс органического соединения.



**Задача 3.** Проведите отнесение сигналов в спектре  $^1\text{H}$  ЯМР.



**Задача 4.** Установите строение углеводорода с брутто-формулой  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  на основании спектра  $^{13}\text{C}$  ЯМР.

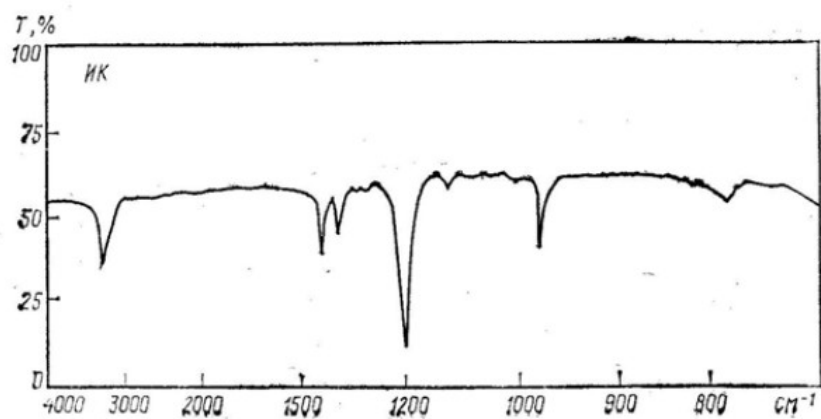


**Задача 5.** В спектре  $^1\text{H}$  ЯМР смеси бензола и циклогексана наблюдаются два синглетных сигнала при  $\sim 7.2$  м.д. и  $1.42$  м.д. с интегральными интенсивностями 60 и 36. Определите молярное соотношение компонентов.

**Задача 6.** Жидкость реагирует с магнием в эфире, гидролизуетея раствором гидроксида натрия. Спектр ПМР (d, м.д.): 1,85 (триплет); 3,4 (квадруплет); соотношение интенсивностей сигналов 3:2.

Масс-спектр (m/z): 156(100), 128(6), 127(45), 29(26), 28(7), 27(20).

ИК спектр:



### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с расчетными задачами и с видоизмененным заданием. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности, а также умения находить эффективные пути решения заданий. Правильное решение всех задач и заданий контрольной работы.
отлично	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с расчетными задачами. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности, а также умения находить эффективные пути решения заданий. Правильное решение всех задач и заданий контрольной работы с небольшими неточностями.
очень хорошо	Успешное владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми расчетными задачами. Демонстрация высокого уровня самообразования и самоорганизации в условиях учебной деятельности, а также умения находить эффективные пути решения заданий. Решение 80% задач и заданий контрольной работы с незначительными ошибками.
хорошо	Владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми расчетными задачами. Демонстрация умения находить эффективные пути решения заданий в стандартных учебных ситуациях. Решение и выполнение 75% задач и заданий контрольной работы. При решении задач и заданий допускаются существенные ошибки.
удовлетворительно	Владение теоретическим материалом, которое позволяет справиться с некоторыми расчетными задачами. Решение 50% задач и заданий контрольной работы.
неудовлетворительно	Отсутствие владения теоретическим материалом. Неправильное решение всех

Оценка	Критерии оценивания
	задач контрольной работы.
плохо	Отказ выполнять работу, работа не сдана или сдан пустой лист.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

**Тема 1. Введение. Классификация физико-химических методов исследования. Основные характеристики методов анализа.**

1. Классификация физико-химических методов исследований.
2. Основные характеристики методов анализа.
3. Приёмы определения неизвестной концентрации.

**Тема 2. УФ-спектроскопия и спектрофотометрия**

1. УФ-спектроскопия и спектрофотометрия. Законы поглощения света.
2. Классификация электронных переходов.
3. Приборы и элементы экспериментальной техники в фотохимии: УФ-спектрометры, спектрофотометры.
4. Спектры поглощения основных классов органических соединений в УФ-области.
5. Эффекты сопряжения в электронных спектрах. Влияние заместителей, растворителей.

### **Тема 3. Инфракрасная спектроскопия**

1. Инфракрасная спектроскопия. Физические основы. Основные термины и понятия.
2. Типы колебаний. Число колебаний, число полос в спектре.
3. Основные закономерности, влияющие на частоту колебаний.
4. Параметры полосы поглощения.
5. Основные принципы ИК эксперимента. Приборы и элементы в инфракрасной спектроскопии.
6. Методы приготовления образцов для анализа.
7. Виды ИК-спектроскопии.
8. ИК-сигналы основных функциональных групп органических соединений. Особенности расшифровки спектров.
9. Области применения ИК-спектроскопии.
10. Применение ИК-спектроскопии в нефтехимии и нефтеперерабатывающей промышленности.

### **Тема 4. Физические основы спектроскопии ЯМР**

1. Физические основы спектроскопии ЯМР.
2. Основные принципы эксперимента ЯМР.
3. Импульсный метод ЯМР, характеристики импульсов. Импульсный спектрометр ЯМР.
4. Подготовка проб для ЯМР.
5. Растворители, используемые в ЯМР. Влияние растворителя на величину химического сдвига.
6. Параметры спектров ЯМР. Химический сдвиг, константа экранирования. Интенсивности сигналов.
7. Спин-спиновое взаимодействие. Факторы, влияющие на константы спин-спинового взаимодействия.
8. Интенсивности сигналов.
9. Номенклатура спиновых систем.
10. Химсдвиги  $^{13}\text{C}$  для органических молекул.
11. Эксперименты двойного резонанса: их применения.
12. «Развязывание спинов» в ЯМР.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**

#### **Тема 5. Газо-жидкостная хроматография**

1. Газо-жидкостная хроматография. Теоретические основы хроматографии.
2. Принципиальная схема газового хроматографа.
3. Детекторы в хроматографии.
4. Качественный и количественный методы анализа в хроматографии.
5. Хроматографические методы анализа нефтепродуктов.

#### **Тема 6. Масс-спектрометрия**

1. Масс-спектрометрия. Физические основы метода.
2. Устройство простейшего масс-спектрометра.
3. Ионизация электронным ударом.
4. Изотопный состав вещества и масс-спектр.

5. Основные правила фрагментации ионов.
6. Масс-спектры отдельных классов органических соединений.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

#### Тема 7. Хромато-масс-спектрометрия

1. Физические основы хромато-масс-спектрометрии. Возможности метода.
2. Возможности метода хромато-масс-спектрометрии.
3. Возможности комплексного применения различных физико-химических методов для исследования строения и реакционной способности органических соединений.

#### Тема 8. Времяпролетная масс-спектрометрия

1. Времяпролетная масс-спектрометрия. Физические основы метода.
2. Основы метода ионизации МАЛДИ. Времяпролетная масс-спектрометрия с источником МАЛДИ.
3. Выбор матрицы и способа ионизации образца в MALDI-TOF спектрометрии.
4. Области применения времяпролетной МАЛДИ масс-спектрометрии.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, исчерпывающее и логически строгое изложение всех разделов дисциплины, демонстрация творческого подхода к решению нестандартных заданий. Владение материалом позволяет быстро справиться с видоизмененным заданием. Успешное владение любыми типами расчетных и качественных задач. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие оценки за реферат, доклад и высокий рейтинг за текущую успеваемость.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Твердое знание всех разделов дисциплины. Владение необходимыми приемами и способами решения всех расчетных и качественных задач. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие оценки за реферат, доклад и высокий средний рейтинг за текущую успеваемость.
очень хорошо	Хорошая подготовка. Знание всех разделов дисциплины. Владение необходимыми приемами и способами решения всех расчетных и качественных задач. Студент при ответе допускает небольшие ошибки и неточности в определениях понятий, методах и т.п. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие оценки за реферат, доклад и высокий средний рейтинг за текущую успеваемость.
хорошо	В целом хорошая подготовка всех разделов дисциплины с заметными ошибками или недочетами. Владение необходимыми приемами и способами решения основных расчетных и качественных задач. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент

Оценка	Критерии оценивания
	работал на лабораторных занятиях, имеет хорошие оценки за реферат, доклад и хороший средний рейтинг за текущую успеваемость.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Знание основного содержания разделов дисциплины, но допускаются грубые неточности, неправильные формулировки, наблюдаются нарушения в последовательности изложения материала. При ответах на дополнительные вопросы, студент смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент обладает необходимыми приемами и способами решения основных расчетных и качественных задач, но допускает грубые ошибки. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие оценки за реферат, доклад и низкий средний рейтинг за текущую успеваемость.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Не знает значительной части основного содержания разделов дисциплины. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Не может решать основные качественные и расчетные задачи. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие оценки за реферат, доклад и низкий средний рейтинг за текущую успеваемость.
плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет. Не может решать простые расчетные задачи. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие оценки за реферат, доклад и низкий средний рейтинг за текущую успеваемость.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Спейт Джеймс Г. Анализ нефти = Handbook of Petroleum Analysis : справочник / пер. с англ. под ред. Нехамкиной Л. Г., Новикова Е. А. - СПб. : ЦОП "Профессия", 2010. - 480 с. : ил. - ISBN 978-5-91884-014-6 : 2250.00., 1 экз.
2. Рябов Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 130500 "Нефтегазовое дело". - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2014. - 336 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0567-8 (ИД "Форум") : 389.90., 50 экз.
3. Харитонов Юрий Яковлевич. Аналитическая химия. Аналитика : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 559 с. : ил. - ISBN 5-06-003965-X (кн. 2). - ISBN 5-06-003966-8 : 90.75., 2 экз.
4. Калабин Геннадий Александрович. Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки. - М. : Химия, 2000. - 408 с. : ил. - Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 -

2000 г.". - ISBN 5-7245-1169-X : 40.00., 2 экз.

5. Вилков Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : [учеб. для хим. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1989. - 287, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000071-0 : 0.95., 75 экз.

6. Сергеев Николай Михайлович. Спектроскопия ЯМР : для химиков-органиков : [учеб. пособие для хим. специальностей вузов]. - М. : Изд-во МГУ, 1981. - 279 с. : ил. - 0.80., 19 экз.

7. Иоффе Борис Вениаминович. Физические методы определения строения органических соединений : [учеб. пособие для хим. специальностей вузов] / под ред. Б. В. Иоффе. - М. : Высшая школа, 1984. - 336 с. : ил. - 1.00., 13 экз.

8. Методы ЭПР и ЯМР в органической и элементоорганической химии : учебное пособие / В. К. Черкасов, Ю. А. Курский, К. А. Кожанов [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 53 с. - Текст : электронный,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849977&idb=0>.

9. Гришин Иван Дмитриевич. Времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией для анализа высокомолекулярных и металлоорганических соединений : учебно-методическое пособие / И. Д. Гришин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 49 с. - Текст : электронный.,  
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850402&idb=0>.

10. Ильичев И. С. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза : электронный учебно-методический комплекс / Ильичев И. С., Лазарев М. А., Щепалов А. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 163 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730427&idb=0>.

11. Власова Ю.Н. Физико-химические методы анализа органических веществ. Часть I. Оптические методы анализа : учебно-методическое пособие / Власова Ю.Н. - Москва : Директ-Медиа, 2019. - 87 с. - ISBN 978-5-4499-0517-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=809163&idb=0>.

12. Валова (Копылова) Валентина Дмитриевна. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : Учебное пособие / Российский университет кооперации. - 5. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2023. - 198 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-394-05402-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=875296&idb=0>.

13. Основы ядерного магнитного резонанса : Учебное пособие / Севастопольский государственный университет; Севастопольский государственный университет. - 1. - Москва : Вузовский учебник, 2022. - 247 с. - ВО - Магистратура. - ISBN 978-5-9558-0414-9. - ISBN 978-5-16-102628-1. - ISBN 978-5-16-010610-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=834694&idb=0>.

14. Краснокутская Е. А. ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. Ч. II. ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия / Краснокутская Е. А., Филимонов В. Д. - Томск : ТПУ, 2013. - 88 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТПУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712945&idb=0>.

15. Полулях Сергей Николаевич. Введение в ядерный магнитный резонанс и магнитную релаксацию : Учебное пособие / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 163 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-016715-2. - ISBN 978-5-16-107101-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=741006&idb=0.

#### Дополнительная литература:

1. Александрова Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 344 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09460-2. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846979&idb=0>.
2. Аналитическая химия. Часть 3. Физико-химические методы анализа : учебно-методическое пособие / Власова Ю.Н.; Бойкова О.И.; Валуева Т.Н.; Иванова Е.В.; Атрощенко Ю.М. - Москва : Директ-Медиа, 2020. - 133 с. - ISBN 978-5-4499-1831-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=878584&idb=0>.
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2010-. - (Высшее профессиональное образование. Химические технологии). Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Т. 1 / [авт. т.: Ю. М. Глубоков и др.]. - М., 2010. - 352 с. - ISBN 978-5-7695-5816-0 (т. 1) : 497.20., 2 экз.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям и специальностям / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2010-. - (Высшее профессиональное образование. Химические технологии). Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Т. 2 / [авт. т.: Н. В. Алов и др.]. - М., 2010. - 416 с. - ISBN 978-5-7695-5818-4 (т. 2) : 578.60., 2 экз.
5. Пентин Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. 01100 "Химия" и направлению подготовки 510500 "Химия". - М. : Мир : АСТ, 2003. - 683 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 5-03-003470-6 (Мир). - ISBN 5-17-018760-2 (АСТ) : 292.49., 1 экз.
6. Казицына Лидия Александровна. Применение УФ-, ИК, ЯМР-и масс-спектропии в органической химии : [учеб. пособие для хим. специальностей ун-тов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1979. - 238 с. : ил. - Загл. 1-го изд.: Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектропии в органической химии. - 0.60., 1 экз.
7. Эрнст Ричард Р. ЯМР в одном и двух измерениях / пер. с англ. под ред. К. М. Салихова. - М. : Мир, 1990. - 709 с. : ил. - ISBN 5-03-001394-6 (в пер.) : 5.90., 1 экз.
8. Гюнтер Харальд. Введение в курс спектроскопии ЯМР / пер. с англ. Ю. А. Устынюка, Н. М. Сергеева. - М. : Мир, 1984. - 478 с. : ил. - 4.90., 3 экз.
9. Ионин Борис Иосифович. ЯМР-спектроскопия в органической химии / под ред. Б. А. Ершова. - 2-е изд., перераб. - Л. : Химия, Ленингр. отд-ние, 1983. - 269 с. : ил. - 2.60., 1 экз.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- У1. Электронно-библиотечная система «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»  
<http://www.studentlibrary.ru>, мобильная версия – <http://m.studentlibrary.ru>.
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com – [www.znanium.com](http://www.znanium.com).
3. База данных спектров органических соединений  
[[http://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](http://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)].
4. Образовательный сайт. [ <http://www.spectroscopynow.com/view/index.html>].

5. База данных [<http://webbook.nist.gov/chemistry/name-ser.html>].
6. [http://www.bp.uni-bayreuth.de/NMR/nmr\\_aminocsy.html](http://www.bp.uni-bayreuth.de/NMR/nmr_aminocsy.html)
7. <http://chem.ch.huji.ac.il/nmr/techniques/2d/hetcor/hetcor.html>
8. [http://www.bp.uni-bayreuth.de/NMR/nmr\\_aminotocsy.html](http://www.bp.uni-bayreuth.de/NMR/nmr_aminotocsy.html)
9. <http://www.cryst.bbk.ac.uk/PPS2/projects/schirra/html/2dnmr.htm>
10. <http://www.tifr.res.in/~iupab/lectureNotes.html>
11. <https://webspectra.chem.ucla.edu/index.html>
12. <https://www3.nd.edu/~smithgrp/structure/workbook.html>
13. Сайт Bruker - <http://triton.iqfr.csic.es/guide/>
14. <http://nmrshiftdb.nmr.uni-koeln.de/>
15. <http://www.spincore.com/nmrinfo/>
16. Национальный институт стандартов и технологий - <http://webbook.nist.gov/chemi>
17. <https://mason.gmu.edu/~sslayden/Lab/spec-db.htm>
18. [http://www-usr.rider.edu/~grushow/nmr/NMR\\_tutor/selftests/problems\\_fs\\_start.html](http://www-usr.rider.edu/~grushow/nmr/NMR_tutor/selftests/problems_fs_start.html)
19. OdanChem - поисковик по структуре и ЯМР спектрам <https://www.odanchem.org/main>
20. Симулятор ИК-спектров:  
[https://www.cheminfo.org/flavor/c6h6/cheminformatics/IR\\_spectra\\_prediction/index.html](https://www.cheminfo.org/flavor/c6h6/cheminformatics/IR_spectra_prediction/index.html)
21. Симулятор ЯМР-спектров [https://www.nmrdb.org/new\\_predictor/index.shtml?v=v2.156.1](https://www.nmrdb.org/new_predictor/index.shtml?v=v2.156.1)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием:

- лаборатории, оснащенные химической посудой, установками для анализа органических соединений и высокомолекулярных соединений, продуктов нефтепереработки, ртутными термометрами, ареометрами и реактивами общего и специального назначения, необходимыми для проведения исследования нефти и нефтепродуктов.
- оборудование (вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; сушильный шкаф; холодильники; вакуумные насосы; водоструйные насосы; ротационные испарители; дистиллятор; технические и аналитические весы; плитки и колбонагреватели; муфельная печь; термостаты; полупрепаративный жидкостной хроматограф Knauer Smartline 5000 (производитель Knauer, Германия, оснащенный программой для обработки данных); газовый хроматограф ЛХМ 80; ИК-Фурье-спектрометр (производство ОАО «Люмекс-Сибирь», Россия), оснащенный набором для анализа образцов в КВг, жидкостными кюветами, приставкой внутреннего полного отражения и программой для обработки данных; УФ-спектрометр Specord UV (производство Specord, Германия); калориметр Setaram DSC-131, оснащенный программой для обработки данных; гель-проникающий жидкостный хроматограф Knauer WellChrom (производитель Knauer, Германия), включающий жидкостный насос, термостат колонок, УФ-детектор и рефрактометрический детектор, аналитические колонки на полимеры с ММ=100-108 Да, оснащенный программой для обработки данных; ультразвуковой диспергатор УЗД1-0,063/22; октанометр Shatox SX-300; рефрактометры ИРФ - 454Б2М; магнитные мешалки BioSan MMS-3000 и другое оборудование.

Центр коллективного пользования научным оборудованием «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» ННГУ им. Н.И. Лобачевского располагает ЯМР спектрометром (Agilent DD2 NMR 400WB).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную

информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Колякина Елена Валерьевна, доктор химических наук, доцент.

Рецензент(ы): Лазарев Михаил Алексеевич, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.