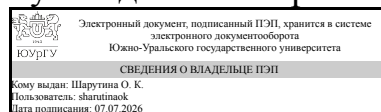


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



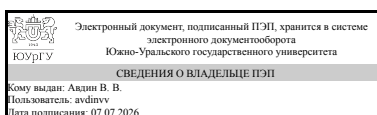
О. К. Шарутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.14 Физические методы исследования и программные средства на основе искусственного интеллекта
для направления 04.03.01 Химия
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

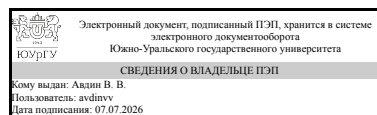
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.07.2017 № 671

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,
д.хим.н., проф., заведующий
кафедрой



В. В. Авдин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - сформировать компетенции в области постановки и решения задач определения структуры веществ. Задачи дисциплины: 1. Ознакомиться с основными прямыми и косвенными методами определения структуры. 2. Изучить основные принципы работы исследовательского оборудования, применяемого для определения структуры. 3. Научиться ставить исследовательские задачи для определения структуры и выбирать пути их решения. 4. Освоить приёмы обработки данных и анализа полученных экспериментальных результатов.

Краткое содержание дисциплины

Лекционный курс посвящён теоретическим основам прямых и косвенных методов определения структуры, принципам работы исследовательского оборудования, методам пробоподготовки. Практическая часть предполагает знакомство с работой ряда современных высокотехнологичных исследовательских приборов (определитель поровых характеристик ASAP-2020, анализаторы размера частиц в суспензии (комплекс) Microtrac S-3500, Nanotrac 253 Ultra, комплекс сканирующей электронной микроскопии Jeol JSM-7001F, EDS Oxford INCA X-max 80, WDS Oxford INCA WAVE, EBSD и HKL, просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения Jeol JEM-2100, дифрактометр рентгеновский порошковый Rigaku Ultima IV, монокристалльный дифрактометр «Bruker» D8 Quest, волновой рентгенофлуоресцентный спектрометр Rigaku Supermini, аналитический комплекс на базе газового хромато-масс спектрометра Shimadzu GCMS QP2010 Ultra, автоматизированная система жидкостной хроматографии Shimadzu Prominence LC-20, спектрофотометр ультрафиолетового и видимого диапазона спектра Shimadzu UV-2700, спектрофотометр инфракрасного диапазона спектра Shimadzu IRAffinity-1S, система термического анализа в составе синхронного термического анализатора (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449C «Jupiter» и квадрупольного масс-спектрометра QMS 403C «Aëolos», синхронный термический анализатор (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449F1 «Jupiter»). Также планируется ознакомиться с результатами исследования на данных приборах и подходами к анализу результатов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Знает: основные принципы работы современного исследовательского оборудования Имеет практический опыт: использования современной аппаратуры при проведении научных исследований в области химии
ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: основные принципы решения обратных задач с использованием современных информационных технологий Умеет: составлять алгоритм для решения обратных задач на примере современных исследовательских методов Имеет практический опыт: обработки спектроскопических и спектрометрических

	данных
ПК-3 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских и технологических задач химической направленности	Знает: современные физические методы исследования, возможности, ограничения методов Умеет: выбрать физический метод исследования для оптимального решения поставленной задачи химической направленности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.25 Офисные приложения и технологии, 1.О.15 Неорганическая химия, 1.О.16 Аналитическая химия, 1.О.17 Органическая химия, 1.О.18 Физическая химия, 1.О.12 Цифровые технологии, ФД.04 Информационные технологии и искусственный интеллект	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр), Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
ФД.04 Информационные технологии и искусственный интеллект	Знает: базовые методы машинного обучения в задачах анализа данных и особенности их применения, а также способы осуществления сбора и подготовки данных для систем искусственного интеллекта, способы обработки данных в электронных таблицах и в специализированных программных средствах, соответствующих направлению подготовки Умеет: классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта; строить прогнозы на основе базовых методов машинного обучения для решения профессиональных задач, применять типовые и специализированные программные средства для обработки данных Имеет практический опыт: использования современных информационных технологий и специализированного программного обеспечения для обработки и представления информации в задачах профессиональной деятельности
1.О.16 Аналитическая химия	Знает: принципы структурирования отчета по исследованиям, связанным с аналитическим определением, основные требования к его написанию, метрологические основы химического анализа, основы химических и физико-химических методов анализа, практику гравиметрического, титриметрического, кинетического, электрохимического, хроматографического и спектроскопического

	методов анализа, расчетные и графические методы решения типовых задач аналитической химии Умеет: составлять отчет о результатах работы в аналитической лаборатории и корректно представлять результат аналитического определения, оценивать пригодность и достоверность методики анализа, обрабатывать результаты анализа в соответствии с аттестованной методикой, экспериментально реализовать пропись методики анализа, выбрать химический или физико-химический метод анализа в соответствии с особенностью объекта исследования Имеет практический опыт: объяснения аналитических сигналов и валидаций методик анализа, проведения статистической обработки и корректного представления аналитических результатов, обращения с лабораторной и мерной посудой, аналитическими весами, стандартными аналитическими приборами, использования химических и физико-химических методов анализа для решения исследовательских и технологических задач, решения типовых задач аналитической химии
1.О.18 Физическая химия	Знает: основные законы базовых разделов физической химии, основные термодинамические и термохимические характеристики веществ, параметры химического и фазового равновесия, кинетические параметры химических реакций и закономерности их изменения в физико-химических процессах, теоретические основы химической термодинамики и кинетики, гомогенного и гетерогенного катализа, электрохимии Умеет: использовать основные законы физической химии для анализа и интерпретации результатов экспериментов химической направленности, осуществлять эксперименты в области физической химии, на основе экспериментальных данных определять термодинамические и кинетические характеристики физико-химических процессов, применять основные законы физической химии для решения теоретических и практических задач химической направленности и анализа полученных результатов Имеет практический опыт:
1.О.12 Цифровые технологии	Знает: - аппаратное и программное обеспечение цифровых технологий, базовые принципы и основы алгоритмизации, парадигмы, современные и основные языки программирования, систем управления базами данных, low и no-code разработки; - современные информационные ресурсы и информационные технологии, средства поиска, хранения, передачи, систематизации и обработки

информации;- отраслевые цифровые технологии и цифровые сервисы, особенности их применении для повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости работы отраслевых организаций;- основы работы с офисными и/или прикладными отраслевыми программами, их основные модули и функции., - современные цифровые технологии, сквозные цифровые технологии, возможности их применения для решения исследовательских и практических задач профессиональной деятельности; - принципы разработки и особенности использования цифровых технологий в отраслях с учетом требований информационной безопасности; - современные программные средства и информационно-коммуникационные технологии, используемые для решения профессиональных задач с учетом отраслевых особенностей; Умеет: - использовать отраслевые цифровые технологии, сервисы и программы для решения задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности;- использовать современные средства поиска, передачи, хранения, систематизации, обработки и передачи информации.- разрабатывать алгоритмические структуры, работать с реляционными базами данных и WEB-конструкторами, low-code (LCDP) и no-code (NCDP) платформами; - использовать офисные программы, включая текстовые и табличные редакторы, средства для создания презентаций, организовывать совместную работу над документами с учетом требований информационной безопасности; использовать современные цифровые технологии и программные продукты для решения исследовательских и практических задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности; Имеет практический опыт: - разработки типовых алгоритмов и применения языков программирования для решения профессиональных задач;- работы с реляционными базами данных, СУБД, WEB-конструкторами, LOW-code и no-code платформами;-использования информационных ресурсов, современных отраслевых цифровых сервисов и технологий для решении задач профессиональной деятельности; - работы с офисными программами, включая текстовые и табличные редакторы, средства для создания презентаций, организации совместной работы над документами., использования современных цифровых технологий и программных средств для решения исследовательских и практических

	задач профессиональной деятельности.
1.О.15 Неорганическая химия	Знает: правила описания методики проведения эксперимента, включая наблюдения и выводы, теоретические основы общей и неорганической химии, правила поведения и работы в химической лаборатории, правила безопасной работы с кислотами, щелочами, стеклянной посудой, горелками, нагревательными приборами Умеет: оформлять отчеты по лабораторным работам в соответствии с требованиями, объяснять полученные экспериментальные результаты на основании знаний химии непереходных и переходных элементов, работать с неорганическими веществами с учетом их свойств, выполнять различные операции с соблюдением норм техники безопасности Имеет практический опыт: анализа результатов экспериментов и наблюдений с учетом химических свойств неорганических соединений, обращения с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами
1.О.17 Органическая химия	Знает: теоретические основы органической химии, требования к структуре и оформлению отчета по научно-исследовательской работе, особенности стиля научно-технического текста, физические и химические свойства различных классов органических соединений, типы химических реакций в органической химии, классификацию органических соединений по классу опасности, технику безопасности при работе с ними и условия их хранения Умеет: использовать фундаментальные знания органической химии в области смежных дисциплин при решении профессиональных задач, использовать знания о свойствах органических соединений и их реакционной способности для интерпретации экспериментальных данных, проводить синтез органических соединений с использованием имеющихся методик Имеет практический опыт: написания отчета по научно-исследовательской работе (курсовой проект), расшифровки результатов спектральных методов исследования органических соединений, установления строения органических соединений с использованием физических методов исследования
1.О.25 Офисные приложения и технологии	Знает: современные офисные приложения и технологии Умеет: оформлять электронные документы с учётом заданных требований Имеет практический опыт: работы в Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Poin

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	48	48
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	37,5	37,5
подготовка к зачёту	7,5	7,5
подготовка к контрольным работам	30	30
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Методы, использующие рентгеновское излучение	12	8	4	0
2	УФ, видимая и колебательная спектроскопия	18	12	6	0
3	Методы ФЭС и XAFS, ЯМР и ЭПР	20	16	4	0
4	Методы электронной микроскопии и масс-спектрометрии	14	12	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Рентгеновское излучение: диапазон, свойства. Получение рентгеновского излучения в рентгеновской трубке и в синхротроне. Расшифровка структуры с использованием средств искусственного интеллекта. Тормозное и характеристическое излучение, К-, L-, М-серии, закон Мозли. УФ-излучение: диапазоны жёсткого и мягкого УФ, свойства. Твёрдотельные и газоразрядные источники УФ. Полупроводниковые источники УФ-излучения, запрещённая зона, преимущества и недостатки полупроводниковых источников в сравнении с другими видами.	2
2	1	Оптический диапазон: УФ, видимый, ИК. Источники видимого излучения. Люминесценция, лазерные источники. ИК-диапазон: ближний, средний, дальний ИК. Микроволновый диапазон. Радиоволновое излучение: диапазоны, источники, применение. Исследование структуры вещества. Прямая и обратная структурная задача. Программные средства на основе искусственного интеллекта для решения структурных задач.	2
3	1	Структура, ближний и дальний порядки, кристалличность, моно- и	2

		поликристалл, анизотропия свойств. Рентгеноструктурный анализ. Образование дифракционных максимумов. Методы Лауэ и Вульфа-Брэгга. РСА при помощи монокристалльного дифрактометра. Изучаемые объекты, R-фактор. Расшифровка структуры по данным монокристалльного РСА с использованием средств искусственного интеллекта.	
4	1	Порошковый РФА. Запись дифрактограмм, уравнение Вульфа-Брэгга. Характеристики дифракционных максимумов, получаемая информация, уравнение Шеррера. Малоугловое рентгеновское рассеяние: изучаемые объекты, запись и расшифровка данных МУРР. Низко- и высокотемпературные приставки: необходимость использования, реализация, применение для исследований.	2
5	2	Спектроскопия. Диспергирующие спектрометры. Диспергирование света на призме, дифракционной решётке, светофильтрах, применение светодиодов. Недиспергирующий спектрометр: принцип, возможности, преимущества. УФ-видимая, ближняя ИК спектроскопия. Хромофоры, ауксохромы. Гипсо-, батохромный сдвиг, гипо- и гиперхромный эффект – чем обусловлены и вызваны.	4
6	2	Интегрирующая сфера. Оптическая плотность, диапазоны А и длин волн. Пропускание. Ширина запрещённой зоны. Определение, практическое значение. Турбидиметрия, нефелометрия. Сущность методов и применение. Динамическое светорассеяние. Сущность метода и применение.	4
7	2	Возникновение и виды люминесценции. Люминесцентная спектроскопия. Сущность метода и применение. ИК-спектроскопия. Возникновение и виды колебаний. Применение для структурного анализа. Пробоподготовка для ИК. Запись спектров с твёрдых веществ (таблетки, суспензии, плёнки). Методы отражения. НПВО.	2
8	2	Запись спектров для жидкостей и газов. ИК спектроскопия испускания. Спектроскопия КР. Возникновение колебаний. Связь с ИК спектроскопией. Структурно-групповой анализ в колебательной спектроскопии.	2
9	3	Методы ФЭС, кинетическая энергия электрона. Источники излучения, химический сдвиг и сущность методов УФЭС и РЭС. Образование Оже-электронов, сущность и применение Оже-спектроскопии. Возникновение рентгеновской флуоресценции, сущность и применение РФС.	4
10	3	Устройство приборов ФЭС, сходство и различия для каждого метода. Возникновение спектров XAFS, химический сдвиг. Условия записи спектров XAFS, запись спектров для разных образцов.	4
11	3	Методы XANES и EXAFS, получаемая информация. Возникновение магнитного резонанса, условия возникновения ЯМР, характеристики полей. Химический сдвиг в ЯМР, константа экранирования, спин-спиновое взаимодействие, параметры, определяемые в ЯМР.	4
12	3	Запись спектров ЯМР, Фурье-спектрометры, двумерный ЯМР. Спектроскопия ЭПР, спиновые вещества, g-фактор, химический сдвиг. Направления применения ЭПР, спиновые метки, спиновые ловушки.	4
13	4	Общие принципы электронной микроскопии. Виды излучений, образующихся при взаимодействии электронного луча с образцом. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Сопутствующие методы, получаемая информация. Пробоподготовка для электронной микроскопии. Особенности подготовки образцов для СЭМ. Пробоподготовка для ПЭМ.	6
14	4	Основные принципы масс-спектрометрии. Режимы работы масс-спектрометра. Квадрупольная, времяпролётная и МАЛДИ масс-спектрометрия. Особенности и принципы реализации атомно-силовой, туннельной и ближнепольной микроскопии. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термогравиметрический анализ. Принципы	6

		работы и получаемая информация.	
--	--	---------------------------------	--

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Устройство синхронного термического анализатора, оснащённого приставками для масс-спектрометрии и ИК-спектроскопии газообразных продуктов термолитиза	2
2	1	Пробоподготовка для термического анализа (ТА), обработка данных ТА, интерпретация ТА кривых, получаемые параметры	2
3	2	Пробоподготовка для СЭМ. Неорганические и органические объекты.	2
4	2	Пробоподготовка и особенности микроанализа образцов методами EDS, WDS, EBSD, XRF	2
5	2	Пробоподготовка для ПЭМ высокого разрешения	2
6	3	Пробоподготовка для масс-спектрометрии, ИК, КР, УФ-видимой спектроскопии	4
7	4	Пробоподготовка для методов РСТА, РФА, ЯМР, ЭПР.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к зачёту	Физические методы исследования: методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 96 с. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 80 с. Вайтулевич Е.А., Бабкина О.В., Светличный В.А. Термический анализ органических полимерных материалов и композитов. Учебное пособие. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2011. – 56с. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 600 с. Базыль, О. К. Введение в курс «Физические методы исследования в химии» : учебное пособие / О. К. Базыль. — 2-е изд. — Томск : ТГУ, 2016. — 132 с.	7	7,5

	Луков, В. В. Физические методы исследования в химии : учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с.		
подготовка к контрольным работам	Физические методы исследования: методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учебное пособие / В.В. Авдин. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. — 96 с. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. — 80 с. Вайтулевич Е.А., Бабкина О.В., Светличный В.А. Термический анализ органических полимерных материалов и композитов. Учебное пособие. — Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2011. — 56с. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 600 с. Базыль, О. К. Введение в курс «Физические методы исследования в химии» : учебное пособие / О. К. Базыль. — 2-е изд. — Томск : ТГУ, 2016. — 132 с. Луков, В. В. Физические методы исследования в химии : учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с.	7	30

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	КР1	1	5	Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут	дифференцированный зачет

						ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
2	7	Текущий	KP2	1	5	Контрольная работа	дифференцированный

		контроль			проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не	зачет
--	--	----------	--	--	--	-------

						совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
3	7	Текущий контроль	КРЗ	1	5	Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах	дифференцированный зачет

					приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
4	7	Текущий контроль	КР4	1	5 Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются	дифференцированный зачет

						логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
5	7	Текущий контроль	KP5	1	5	Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла –	дифференцированный зачет

					каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
6	7	Текущий контроль	КР6	1	5 Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент	дифференцированный зачет

						показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.	
7	7	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачёт	-	5	Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к дифференцированному зачёту. За ответ на каждый вопрос	дифференцированный зачет

					студент может получить максимально 5 баллов, каждый вопрос имеет вес – 1, всего за билет – максимально 10 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос в билете: 5 баллов – студент демонстрирует: глубокие исчерпывающие знания в понимании, изложении ответа на вопрос, ответ логически последовательный, содержательный, полный, правильный и конкретный; 4 балла – твердые знания материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, однако, ответ недостаточно полный, имеются 1-2 незначительных замечания преподавателя, последовательный и конкретный ответ, студент свободно устраняет замечания преподавателя по отдельным частям и пунктам ответа; 3 балла - твердые знания и понимание основного; ответ не содержит грубых ошибок, но есть более 2-х неточностей и замечаний, при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений требуются наводящие вопросы преподавателя; 2 балла –грубые ошибки при	
--	--	--	--	--	--	--

					ответе на вопрос, не более 50% ответа составляют правильные сведения, студент демонстрирует неуверенные и неточные ответы на наводящие вопросы преподавателя, 1 балл – грубые ошибки в ответе, менее 50% являются верными, студент демонстрирует непонимание сущности излагаемых положений; 0 баллов - нет ответа на вопрос.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Итоговый рейтинг обучающегося может формироваться на основании только текущего контроля, путем сложения рейтинга за полученные оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент вправе прийти на дифференцированный зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к дифференцированному зачёту.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM						
		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-1	Знает: основные принципы работы современного исследовательского оборудования	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: использования современной аппаратуры при проведении научных исследований в области химии	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-5	Знает: основные принципы решения обратных задач с использованием современных информационных технологий	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-5	Умеет: составлять алгоритм для решения обратных задач на примере современных исследовательских методов	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-5	Имеет практический опыт: обработки спектроскопических и спектрометрических данных	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Знает: современные физические методы исследования, возможности, ограничения методов	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: выбрать физический метод исследования для оптимального решения поставленной задачи химической направленности	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Журнал неорганической химии
2. Журнал органической химии
3. Журнал физической химии
4. Неорганические материалы
5. Вестник "ЮУрГУ". Серия "Химия"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 80 с.
2. Физические методы исследования: методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 96 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 80 с.
2. Физические методы исследования: методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 96 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. https://e.lanbook.com/book/211055
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Рябухин, Ю. И. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии : учебное пособие для вузов / Ю. И. Рябухин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 284 с. https://e.lanbook.com/book/385088
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Томилин, О. Б. Физические методы исследования: спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра : учебное пособие / О. Б. Томилин, Е. П. Коновалова, О. В. Бояркина. — Саранск : МГУ им. Н.П.

			Огарева, 2020. — 120 с. https://e.lanbook.com/book/204668
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров : учебное пособие для вузов / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. https://e.lanbook.com/book/516474

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	307 (1а)	Доска, маркеры
Практические занятия и семинары	307 (1а)	Доска, маркеры
Практические занятия и семинары	03 (1)	1. Комплекс сканирующей электронной микроскопии Jeol JSM-7001F, EDS Oxford INCA X-max 80, WDS Oxford INCA WAVE, EBSD и HKL. 2. Просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения Jeol JEM-2100. 3. Дифрактометр рентгеновский порошковый Rigaku Ultima IV.
Практические занятия и семинары	04 (1)	1. Определитель поровых характеристик ASAP-2020. 2. Анализаторы размера частиц в суспензии (комплекс) Microtrac S-3500, Nanotrac 253 Ultra. 3. Система термического анализа в составе синхронного термического анализатора (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449C «Jupiter» и квадрупольного масс-спектрометра QMS 403C «Aëolos». 4. Синхронный термический анализатор (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449F1 «Jupiter».