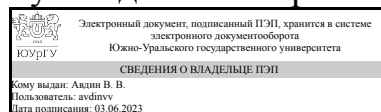


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ФД.03 Физико-химический анализ объектов окружающей среды  
**для направления** 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

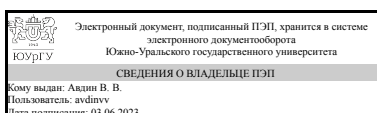
**уровень** Бакалавриат

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Экология и химическая технология

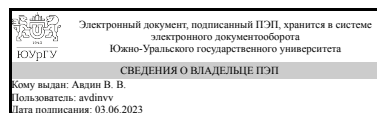
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 923

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 состава и свойств природных объектов. Задачи дисциплины: 1. Ознакомиться с основными прямыми и косвенными методами определения состава и свойств. 2. Изучить основные принципы работы исследовательского оборудования, применяемого для определения состава и свойств. 3. Научиться ставить исследовательские задачи для определения состава и свойств 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 состава и свойств, 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 изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов | Знает: влияние различных факторов на осуществление физико-химических процессов<br>Умеет: направления химических реакций, количество и состав продуктов реакции и скорость реакции<br>Имеет практический опыт: методами расчета физико-химических характеристик процесса |
| ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности                                                                                                                                                            | Знает: базовые знания в области математики, физики, физической химии для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования                                                                                                                  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Умеет: применять базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.О.16 Неорганическая химия,</p> <p>1.О.14 Информатика,</p> <p>1.О.31 Экологическое картографирование,</p> <p>1.О.19 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа,</p> <p>1.О.13 Специальные главы математики,</p> <p>1.О.18 Физическая химия,</p> <p>1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика,</p> <p>1.О.28 Химия окружающей среды,</p> <p>1.О.25 Техническая механика,</p> <p>1.О.17 Органическая химия,</p> <p>1.О.11 Математика,</p> <p>1.О.20 Коллоидная химия,</p> <p>1.О.30 Электротехника и промышленная электроника,</p> <p>1.О.21 Физика</p> | <p>1.О.22 Физические методы исследования и программные средства на основе искусственного интеллекта,</p> <p>1.О.29 Системы управления химико-технологическими процессами</p> |

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

| Дисциплина                    | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.28 Химия окружающей среды | <p>Знает: основные физико-химические процессы, протекающих в окружающей среде; процессы миграции и трансформации примесей в геосферах Земли; влияние антропогенной деятельности на процессы, протекающие в окружающей среде</p> <p>Умеет: прогнозировать возможные пути миграции и трансформации химических соединений в объектах окружающей среды</p> <p>Имеет практический опыт: проведения практических исследований состояния атмосферного воздуха, природных водоемов и почвы</p> |
| 1.О.21 Физика                 | <p>Знает: фундаментальные законы физики</p> <p>Умеет: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи</p> <p>Имеет практический опыт: использования понятийного аппарата физики</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.О.18 Физическая химия       | Знает: базовые знания в области математики,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | <p>физики, физической химии для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования, основы химического взаимодействия между химическими веществами</p> <p>Умеет: применять базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач профессиональной деятельности, определять оптимальные параметры физико-химических процессов</p> <p>Имеет практический опыт: использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности, методами расчета тепловых эффектов химических реакций</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.О.11 Математика                                             | <p>Знает: базовые понятия, необходимые для решения математических задач, освоения других дисциплин</p> <p>Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; сравнивать различные способы решения задачи и выбирать наиболее оптимальный способ</p> <p>Имеет практический опыт: использования навыков планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.О.19 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа | <p>Знает: основные типы химических реакций и физико-химических свойств веществ при проведении аналитического определения, принципы описания химических равновесий и влияющие на них факторы, теоретические основы основных инструментальных методов анализа, основные этапы химического анализа; теоретические основы физико-химических методов анализа, методы метрологической обработки результатов анализа</p> <p>Умеет: рассчитывать концентрации анализируемого вещества с учетом химического равновесия в системе, определять условия оптимизации аналитического процесса, проводить количественный анализ соединений с использованием физико-химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений</p> <p>Имеет практический опыт: способностью применять основные законы химии для объяснения аналитических данных, использования методов проведения химического анализа и метрологической оценки результатов</p> |
| 1.О.13 Специальные главы математики                           | <p>Знает: основные математические методы, применяемые в исследовании профессиональных проблем; методы обработки результатов экспериментального исследования</p> <p>Умеет: использовать основные математические понятия в профессиональной деятельности; применять</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        | математические методы обработки результатов экспериментального исследования Имеет практический опыт: использования методов решения математических задач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.О.14 Информатика                                     | Знает: способы обработки данных в электронных таблицах, основные понятия информатики; формы и способы представления данных; состав, назначение функциональных компонентов и программного обеспечения Умеет: применять типовые программные средства оформления документации (MS Word); применять типовые программные средства обработки данных (MS Excel); применять типовые программные средства презентации данных (MS Powerpoint), применять типовые программные средства системы; пользоваться сетевыми средствами для обмена данными с использованием сети Интернет Имеет практический опыт: работы с офисными приложениями , навыками обеспечения безопасности информации с помощью типовых программных средств    |
| 1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика | Знает: основные математические методы исследования профессиональных проблем; методы обработки результатов экспериментального исследования Умеет: использовать основные математические понятия в профессиональной деятельности; применять математические методы обработки результатов экспериментального исследования Имеет практический опыт: использования методов решения математических задач; навыков выбора корректного метода обработки экспериментальных данных                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.О.25 Техническая механика                            | Знает: основные законы механики и способы расчёта на прочность деталей Умеет: методы механики для расчётов по стандартным методикам Имеет практический опыт: решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов конструкций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.О.31 Экологическое картографирование                 | Знает: экологические проблемы и методы картографирования; специфику картографирования экологических параметров территории, федеральные законы Российской Федерации в области охраны окружающей среды, экологии и природопользования Умеет: анализировать картографическую информацию; составлять экологические карты ландшафтов; вычерчивать условные знаки, картографические проекции и профили, применять знания основ федеральных законов Российской Федерации в области охраны окружающей среды, экологии и природопользования в соответствии с поставленными задачами Имеет практический опыт: использования методов обработки и анализа эколого-картографической информации в сфере природопользования, правового |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | регулирования охраны окружающей среды с учетом правовых норм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.О.16 Неорганическая химия                      | <p>Знает: основные законы химии, способы планирования эксперимента или алгоритм решения задач; основные свойства элементов и их химические превращения, химические свойства веществ, практическое использование достижений химии; стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, основные свойства элементов и их химические превращения, химические свойства веществ, практическое использование достижений химии; основные законы химии, способы планирования эксперимента или алгоритм решения задач; основные этапы химического анализа; теоретические основы физико-химических методов анализа, методы обработки результатов анализа</p> <p>Умеет: применять базовые знания химии при проведении химико-аналитических исследований в области экологии и природопользования; применять базовые знания физических и химических законов и анализа явлений для решения задач в области экологии и природопользования; обобщать полученные результаты с использованием химических законов; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи, обобщать полученные результаты с использованием химических законов, физических и химических свойств веществ, знания законов о строении вещества, природе химической связи; проводить количественный анализ соединений с использованием физико-химических методов анализа</p> <p>Имеет практический опыт: осуществления химического эксперимента и оформления его результатов; методами проведения химического анализа и оценки результатов природных и антропогенных факторов для решения профессиональных задач, проведения химического эксперимента и оформления его результатов; использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности; использования методов проведения химического анализа и оценки результатов</p> |
| 1.О.30 Электротехника и промышленная электроника | <p>Знает: основные законы электротехники, устройство и принцип действия электрических машин и электронных устройств, их рабочие характеристики; основы безопасности при использовании электротехнических и электронных приборов и устройств</p> <p>Умеет: выбирать наиболее эффективные и безопасные</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | исполнительные механизмы при эксплуатации электротехнических и электронных устройств<br>Имеет практический опыт: расчета и эксплуатации электрических цепей и электротехнических и электронных устройств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.О.17 Органическая химия | Знает: основные законы химии, способы планирования эксперимента или алгоритм решения задач, основные классы органических соединений, их номенклатуру, синтез и химические свойства, основные методы качественного элементного и функционального анализа органических соединений; виды физико-химических методов анализа органических соединений; технику безопасности при работе с органическими соединениями Умеет: планировать и организовать работу по решению задач, выполнению химического эксперимента, осуществлять химический эксперимент по синтезу и свойствам органических соединений, решать типовые задачи цепочки превращений органических соединений; применять полученные знания при решении конкретных теоретических и прикладных задач Имеет практический опыт: поиска информации для решения поставленных задач, навыками осуществления химического эксперимента, навыками работы с химическим оборудованием, научной литературой с целью поиска необходимой информации по возможности синтеза органических соединений |
| 1.О.20 Коллоидная химия   | Знает: теоретические основы коллоидной химии; методы получения дисперсных систем; основные свойства дисперсных систем и поверхностей раздела фаз, термодинамику поверхностных явлений дисперсных систем Умеет: проводить расчеты термодинамических функций поверхностного слоя; находить количественные характеристики адсорбционных процессов, капиллярных явлений, электрокинетических процессов; объяснять физико-химические свойства дисперсных систем; проводить обработку экспериментальных результатов анализа, ориентироваться в проблемах химии, возникновении дисперсных систем, их устойчивости и свойствах Имеет практический опыт: постановки задачи исследования дисперсных систем и поверхностных явлений, выбором метода анализа исходя из поставленной задачи и размеров образца, по изучению свойств дисперсных систем и методами обработки данных                                                                                                                                                                      |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 6                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                         |
| Аудиторные занятия:                                                        | 32          | 32                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 35,75       | 35,75                      |
| подготовка к зачёту                                                        | 5,75        | 5.75                       |
| подготовка к контрольным работам                                           | 30          | 30                         |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25        | 4,25                       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                      |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                    | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                     | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Методы, использующие рентгеновское излучение        | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 2         | УФ, видимая и колебательная спектроскопия           | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 3         | Методы ФЭС и XAFS, ЯМР и ЭПР                        | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 4         | Методы электронной микроскопии и масс-спектрометрии | 8                                         | 4 | 4  | 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-, M-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. | 1            |
| 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.                                                                                                                             | 1            |
| 3        | 1         | Структура, ближний и дальний порядки, кристалличность, моно- и поликристалл, анизотропия свойств. Рентгеноструктурный анализ. Образование дифракционных максимумов. Методы Лауэ и Вульфа-Брэгга.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | 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.     | 1 |
| 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. | 1 |
| 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.                                                                                          | 1 |
| 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.                                                       | 1 |
| 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.                                                                                                                                                          | 1 |
| 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.                                                                                                   | 1 |
| 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.                                                                                                                                                                            | 1 |
| 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.                                                                                                               | 1 |
| 12 | 3 | Запись спектров ЯМР, Фурье-спектрометры, двумерный ЯМР. Спектроскопия ЭПР, спиновые вещества, g-фактор, химический сдвиг. Направления применения ЭПР, спиновые метки, спиновые ловушки.                                                                                                                                                                       | 1 |
| 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.                       | 2 |
| 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 работы и получаемая информация.                  | 2 |

## 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 термолиза | 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.                                                                                     | 1            |
| 4         | 2         | Пробоподготовка и особенности микроанализа образцов методами EDS, WDS, EBSD, XRF                                                                    | 2            |
| 5         | 2         | Пробоподготовка для ПЭМ высокого разрешения                                                                                                         | 1            |
| 6         | 3         | Пробоподготовка для масс-спектрометрии, ИК, КР, УФ-видимой спектроскопии                                                                            | 4            |
| 7         | 4         | Пробоподготовка для методов РСТА, РФА, ЯМР, ЭПР.                                                                                                    | 4            |

## 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 | <p>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 /</p> | 6       | 5,75         |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                                  | 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. | 6 | 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    | 6        | 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 ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ.<br>5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные | зачет            |

|   |   |                  |     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|------------------|-----|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |     |   |   | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
| 2 | 6 | Текущий контроль | КР2 | 1 | 5 | <p>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.</p> <p>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.</p> | зачет |
| 3 | 6 | Текущий контроль | КР3 | 1 | 5 | <p>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</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет |

|   |   |                  |     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|---|---|------------------|-----|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |     |   |   | <p>ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ.</p> <p>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.</p>                                                                                                                                                                  |       |
| 4 | 6 | Текущий контроль | КР4 | 1 | 5 | <p>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.</p> <p>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</p> | зачет |

|   |   |                  |     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|------------------|-----|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |     |   |   | ответов на вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
| 5 | 6 | Текущий контроль | KP5 | 1 | 5 | <p>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.</p> <p>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.</p> | зачет |
| 6 | 6 | Текущий контроль | KP6 | 1 | 5 | <p>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.</p> <p>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</p>                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет |

|   |   |                          |       |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |       |   |   | 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 | 6 | Промежуточная аттестация | зачёт | - | 5 | <p>Промежуточная аттестация (зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к зачёту. За ответ на каждый вопрос 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.</p> | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                            | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Итоговый рейтинг обучающегося может формироваться на основании только текущего контроля, путем сложения рейтинга за полученные оценки за контрольно-рейтинговые | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | мероприятия текущего контроля. Студент вправе прийти на зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к зачёту. |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                          | № КМ |   |   |   |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                              | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ОПК-1       | Знает: влияние различных факторов на осуществление физико-химических процессов                                                                                               | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1       | Умеет: направления химических реакций, количество и состав продуктов реакции и скорость реакции                                                                              | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1       | Имеет практический опыт: методами расчета физико-химических характеристик процесса                                                                                           | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Знает: базовые знания в области математики, физики, физической химии для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования                       | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Умеет: применять базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач профессиональной деятельности                                              | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Имеет практический опыт: использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности | +    | + | + | + | + | + | + |

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       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/44967">https://e.lanbook.com/book/44967</a> |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. — 600 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/166756">https://e.lanbook.com/book/166756</a>                                                                                          |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Базыль, О. К. Введение в курс «Физические методы исследования в химии» : учебное пособие / О. К. Базыль. — 2-е изд. — Томск : ТГУ, 2016. — 132 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/91951">https://e.lanbook.com/book/91951</a>                                                                             |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Луков, В. В. Физические методы исследования в химии : учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/114513">https://e.lanbook.com/book/114513</a>                                                                                 |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. |
| Лекции                          | 307    | Доска, маркеры                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | (1a)        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Практические занятия и семинары | 307<br>(1a) | Доска, маркеры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Практические занятия и семинары | 04<br>(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». |