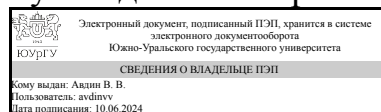


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



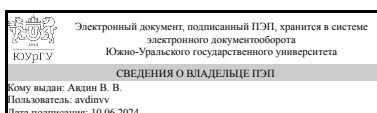
В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.19 Физические методы исследования и программные средства на основе искусственного интеллекта  
для направления 05.03.06 Экология и природопользование  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

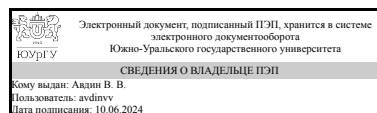
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 894

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



В. В. Авдин

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



В. В. Авдин

## 1. Цели и задачи дисциплины

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

## Краткое содержание дисциплины

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

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Знает: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы<br>Умеет: выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции<br>Имеет практический опыт: осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом |
| ОПК-2 Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии,                                                             | Знает: теорию и методологию экологии, геоэкологии, природопользования, охраны                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности | природы и наук об окружающей среде в научно-исследовательской и практической деятельности<br>Умеет: на основе теоретических знаний выбирать методы решения задач в сфере экологии и природопользования<br>Имеет практический опыт: применения подходов экологических наук для планирования и реализации деятельности по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране природы, рациональному использованию природных ресурсов |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.О.20 Прикладная метрология,<br>ФД.02 Альтернативные источники энергии,<br>1.О.26 Учение об атмосфере,<br>1.О.24 География,<br>1.О.11 Математика,<br>1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика,<br>1.О.27 Учение о гидросфере,<br>ФД.03 Физико-химический анализ объектов окружающей среды,<br>1.О.13 Информатика,<br>1.О.33 Физические и химические процессы в природных и техногенных системах,<br>1.О.18 Физика,<br>1.О.37 Офисные приложения и технологии,<br>Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (4 семестр),<br>Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр) | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина         | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.13 Информатика | Знает: основные понятия информатики; формы и способы представления данных; состав, назначение функциональных компонентов и программного обеспечения, основные понятия информационных технологий и искусственного интеллекта<br>Умеет: применять типовые программные средства системы; пользоваться сетевыми средствами для обмена данными с использованием сети Интернет, применять информационные технологии при постановке и формулировке задач в области экологии, |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | природопользования и охраны природы Имеет практический опыт: навыками обеспечения безопасности информации с помощью типовых программных средств, использования информационных технологий при решении задач в профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1.О.26 Учение об атмосфере                               | Знает: закономерности развития процессов, протекающих в атмосфере, основные закономерности физических процессов в атмосфере Умеет: анализировать процессы, проходящие в атмосфере, обосновывать степень влияния неблагоприятных изменений климата на процессы и явления в биосфере для эффективного использования природно-ресурсного потенциала Имеет практический опыт: работы с картами, графическими материалами и таблицами метеоданных для прогнозирования атмосферных процессов, применения микроклиматической информации для решения задач области экологии и природопользования                                                  |
| ФД.02 Альтернативные источники энергии                   | Знает: основные виды альтернативных источников энергии и их энергетический потенциал, принципы выбора и обоснования применения альтернативных источников энергии, основные виды альтернативных источников энергии и их энергетический потенциал, принципы выбора и обоснования применения альтернативных источников энергии Умеет: оценивать экологические последствия применения альтернативных источников энергии, оценивать экологические последствия применения альтернативных источников энергии Имеет практический опыт: использования навыков эколого-экономического анализа, использования навыков эколого-экономического анализа |
| ФД.03 Физико-химический анализ объектов окружающей среды | Знает: методы анализа объектов окружающей среды, базовые знания в области математики, физики, физической химии для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования Умеет: проводить обработку и систематизацию информации для решения поставленных задач, применять базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач профессиональной деятельности Имеет практический опыт: выбора методов решения поставленных задач, использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности  |
| 1.О.18 Физика                                            | Знает: фундаментальные законы физики Умеет: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | Имеет практический опыт: использования понятийного аппарата физики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.О.37 Офисные приложения и технологии                                     | Знает: основные понятия офисных приложений и технологий, возможности глобальных информационных поисковых систем Умеет: составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований Имеет практический опыт: составления и оформления научной документации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.О.27 Учение о гидросфере                                                 | Знает: структуру водных объектов, закономерности их формирования и трансформации, понятие гидрологического цикла водных объектов и основные гидрологические процессов в водоемах Умеет: давать характеристику физико-химических свойств водных объектов, оценивать физико-географические факторы в водных объектах Имеет практический опыт: использования знаний об эволюции гидросферы под воздействием природных и антропогенных факторов для решения профессиональных задач, статистической обработки и анализа гидрологической информации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1.О.33 Физические и химические процессы в природных и техногенных системах | Знает: базовые знания в области математики, физики, физической химии для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования, стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, базовые основы естественных наук, экологические проблемы эко- и техносферы и правовые основы природопользования Умеет: применять базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач профессиональной деятельности, выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, оценивать возможные отрицательные последствия хозяйственной деятельности на окружающую среду и методы улучшения качества окружающей среды Имеет практический опыт: использования знаний математических, физических, физико-химических, химических методов исследования для решения задач профессиональной деятельности, осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом, проведения оценки состояния и воздействия на окружающую среду, способностью реализовывать технологические процессы по минимизации негативного влияния техногенного воздействия с учетом правовых основ природопользования и охраны окружающей среды |
| 1.О.20 Прикладная метрология                                               | Знает: методы обеспечения качества и точности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | измерений при решении задач профессиональной деятельности, основы метрологии, стандартизации и сертификации; необходимость использования в профессиональной деятельности Умеет: осуществлять выбор средств измерения по заданным метрологическим характеристикам, применять системный подход в технико-экологической сфере Имеет практический опыт: выбора методик для экологических испытаний и исследований, использования информации об основных тенденциях метрологии в области ресурсосбережения и экологии      |
| 1.О.24 География                                                                                                            | Знает: закономерности распределения природных ресурсов в зависимости от географического положения региона Умеет: выделять главные и второстепенные компоненты природно-территориального комплекса Имеет практический опыт: использования географической номенклатуры в профессиональной деятельности; работы с картами в области ресурсоведения, охраны природы, природопользования                                                                                                                                   |
| 1.О.11 Математика                                                                                                           | Знает: базовые понятия, необходимые для решения математических задач, освоения других дисциплин Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; сравнивать различные способы решения задачи и выбирать наиболее оптимальный способ Имеет практический опыт: планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний                                                                                |
| 1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика                                                                      | Знает: основные математические методы, применяемые в исследовании 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: решения математических задач; выбора корректного метода обработки экспериментальных данных                                                               |
| Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр) | Знает: основные методы сбора, обработки, систематизации и анализа информации в области экологии и природопользования, принципы проектирования и представления о профессиональной и научно-исследовательской деятельности, базовые знания для сбора и обработки информации в области экологии и природопользования Умеет: формулировать задачи исследования природных сред, применять базовые знания физических и химических законов и анализа явлений для решения задач в области экологии и природопользования Имеет |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | практический опыт: подготовки результатов научно-исследовательской деятельности для их распространения , использования знаний естественнонаучного и математического циклов для систематизации данных для решения задач в области экологии и природопользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (4 семестр) | Знает: методов отбора проб объектов окружающей среды Умеет: проводить обработку и систематизацию информации при проведении экологических исследований , подготавливать отчеты, составлять таблицы, строить графики и презентации с использованием компьютерных программ, применять технологии информационного обеспечения при исследовании технологических процессов Имеет практический опыт: использования знания фундаментальных разделов наук о Земле, биологии для решения задач в области экологии и природопользования , подготовки результатов профессиональной и научно-исследовательской деятельности для их распространения, навыков защит результатов свой профессиональной деятельности и аргументированного ведения дискуссии , сбора, обработки, систематизации информации, выбора методов и средств решения задач по экологии и природопользованию, составления отчетов с помощью прикладных программ |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 7                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 64                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 48          | 48                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 71,5        | 71,5                       |
| подготовка к зачёту                                                        | 11,5        | 11,5                       |
| подготовка к контрольным работам                                           | 60          | 60                         |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                        |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | диф.зачет                  |

#### 5. Содержание дисциплины

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

## 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Кол-<br>во<br>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. | 2                   |
| 2           | 1            | Оптический диапазон: УФ, видимый, ИК. Источники видимого излучения. Люминесценция, лазерные источники. ИК-диапазон: ближний, средний, дальний ИК. Микроволновый диапазон. Радиоволновое излучение: диапазоны, источники, применение. Исследование структуры вещества. Прямая и обратная структурная задача. Программные средства на основе искусственного интеллекта для решения структурных задач.                                                                                                                             | 2                   |
| 3           | 1            | Структура, ближний и дальний порядки, кристалличность, моно- и поликристалл, анизотропия свойств. Рентгеноструктурный анализ. Образование дифракционных максимумов. Методы Лауэ и Вульфа-Брэгга. РСА при помощи монокристалльного дифрактометра. Изучаемые объекты, R-фактор. Расшифровка структуры по данным монокристалльного РСА с использованием средств искусственного интеллекта.                                                                                                                                         | 2                   |
| 4           | 1            | Порошковый РФА. Запись дифрактограмм, уравнение Вульфа-Брэгга. Характеристики дифракционных максимумов, получаемая информация, уравнение Шеррера. Малоугловое рентгеновское рассеяние: изучаемые объекты, запись и расшифровка данных МУРР. Низко- и высокотемпературные приставки: необходимость использования, реализация, применение для исследований.                                                                                                                                                                       | 2                   |
| 5           | 2            | Спектроскопия. Диспергирующие спектрометры. Диспергирование света на призме, дифракционной решётке, светофильтрах, применение светодиодов. Недиспергирующий спектрометр: принцип, возможности, преимущества. УФ-видимая, ближняя ИК спектроскопия. Хромофоров, аукохромы. Гипсо-, батохромный сдвиг, гипо- и гиперхромный эффект – чем обусловлены и вызваны.                                                                                                                                                                   | 4                   |
| 6           | 2            | Интегрирующая сфера. Оптическая плотность, диапазоны А и длин волн. Пропускание. Ширина запрещённой зоны. Определение, практическое значение. Турбидиметрия, нефелометрия. Сущность методов и применение. Динамическое светорассеяние. Сущность метода и применение.                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                   |
| 7           | 2            | Возникновение и виды люминесценции. Люминесцентная спектроскопия. Сущность метода и применение. ИК-спектроскопия. Возникновение и виды колебаний. Применение для структурного анализа. Пробоподготовка для ИК. Запись спектров с твёрдых веществ (таблетки, суспензии, плёнки). Методы                                                                                                                                                                                                                                          | 2                   |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | отражения. НПВО.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
| 8  | 2 | Запись спектров для жидкостей и газов. ИК спектроскопия испускания. Спектроскопия КР. Возникновение колебаний. Связь с ИК спектроскопией. Структурно-групповой анализ в колебательной спектроскопии.                                                                                                                                         | 2 |
| 9  | 3 | Методы ФЭС, кинетическая энергия электрона. Источники излучения, химический сдвиг и сущность методов УФЭС и РЭС. Образование Оже-электронов, сущность и применение Оже-спектроскопии. Возникновение рентгеновской флуоресценции, сущность и применение РФС.                                                                                  | 4 |
| 10 | 3 | Устройство приборов ФЭС, сходство и различия для каждого метода. Возникновение спектров XAFS, химический сдвиг. Условия записи спектров XAFS, запись спектров для разных образцов.                                                                                                                                                           | 4 |
| 11 | 3 | Методы XANES и EXAFS, получаемая информация. Возникновение магнитного резонанса, условия возникновения ЯМР, характеристики полей. Химический сдвиг в ЯМР, константа экранирования, спин-спиновое взаимодействие, параметры, определяемые в ЯМР.                                                                                              | 4 |
| 12 | 3 | Запись спектров ЯМР, Фурье-спектрометры, двумерный ЯМР. Спектроскопия ЭПР, спиновые вещества, g-фактор, химический сдвиг. Направления применения ЭПР, спиновые метки, спиновые ловушки.                                                                                                                                                      | 4 |
| 13 | 4 | Общие принципы электронной микроскопии. Виды излучений, образующихся при взаимодействии электронного луча с образцом. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Сопутствующие методы, получаемая информация. Пробоподготовка для электронной микроскопии. Особенности подготовки образцов для СЭМ. Пробоподготовка для ПЭМ.      | 6 |
| 14 | 4 | Основные принципы масс-спектрометрии. Режимы работы масс-спектрометра. Квадрупольная, времяпролётная и МАЛДИ масс-спектрометрия. Особенности и принципы реализации атомно-силовой, туннельной и ближнепольной микроскопии. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термогравиметрический анализ. Принципы работы и получаемая информация. | 6 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

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

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |              |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                       | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Семестр | Кол-во часов |
| подготовка к зачёту              | <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 / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с.</p> | 7       | 11,5         |
| подготовка к контрольным работам | <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</p>                                                                                                                                                                                                                               | 7       | 60           |

|  |                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | химии» : учебное пособие / О. К. Базыль. — 2-е изд. — Томск : ТГУ, 2016. — 132 с.<br>Луков, В. В. Физические методы исследования в химии : учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с. |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

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

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

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Учитывается в ПА         |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | КР1                               | 1   | 5          | Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ. 5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|---|---|------------------|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |     |   | и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
| 2 | 7 | Текущий контроль | KP2 | 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</p> | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
|---|---|------------------|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |     |   | <p>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> |                          |
| 3 | 7 | Текущий контроль | КРЗ | 1 | <p>5</p> <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
|---|---|------------------|-----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |     |   | <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 | 7 | Текущий контроль | КР4 | 1 | <p>5</p> <p>Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>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> |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |   |                  |     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
|---|---|------------------|-----|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 5 | 7 | 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</p> | дифференцированный зачет |
|---|---|------------------|-----|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|

|   |   |                  |     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |
|---|---|------------------|-----|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |     |   |   | содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
| 6 | 7 | Текущий контроль | КР6 | 1 | 5 | <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</p> | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
|---|---|--------------------------|--------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |                          |   | материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
| 7 | 7 | Промежуточная аттестация | Дифференцированный зачёт | - | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к дифференцированному зачёту. За ответ на каждый вопрос 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 | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>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> |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

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

|  |                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>вправе прийти на дифференцированный зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к дифференцированному зачёту.</p> |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                      | № КМ |   |   |   |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                          | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| УК-1        | Знает: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы                                                                                        | +    | + | + | + | + | + | + |
| УК-1        | Умеет: выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции                                                                                                              | +    | + | + | + | + | + | + |
| УК-1        | Имеет практический опыт: осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом                                                                                                                                            | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Знает: теорию и методологию экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в научно-исследовательской и практической деятельности                                                                  | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Умеет: на основе теоретических знаний выбирать методы решения задач в сфере экологии и природопользования                                                                                                                                | +    | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-2       | Имеет практический опыт: применения подходов экологических наук для планирования и реализации деятельности по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране природы, рациональному использованию природных ресурсов | +    | + | + | + | + | + | + |

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: методы магнитного резонанса, масс-спектрометрии, зондовой и электронной микроскопии: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 96 с.

2. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 80 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

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

2. Физические методы исследования, использующие электромагнитное излучение: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 80 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 |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции      | 307 (1а) | Доска, маркеры                                                                                                                                   |

|                                 |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 03<br>(1)   | 1. Комплекс сканирующей электронной микроскопии Jeol JSM-7001F, EDS Oxford INCA X-max 80, WDS Oxford INCA WAVE, EBSD и HKL. 2. Просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения Jeol JEM-2100. 3. Дифрактометр рентгеновский порошковый Rigaku Ultima IV.                                                                                                                               |
| Практические занятия и семинары | 04<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». |
| Практические занятия и семинары | 307<br>(1a) | Доска, маркеры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |