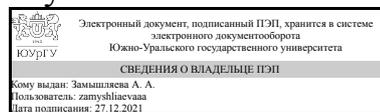


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



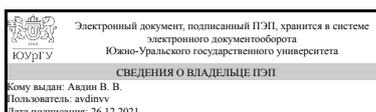
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.06.06 Современные методы характеристики наноматериалов  
для направления 22.06.01 Технологии материалов  
уровень аспирант тип программы  
направленность программы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

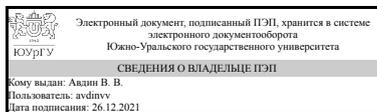
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.07.2014 № 888

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 (ЗУНы)
ПК-2.1 знанием связи между химическим и фазовым составом, кристаллической структурой и свойствами металлов и сплавов	Знать: современные информационные технологии, прикладные программы и базы для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред
	Уметь: работать с разноплановыми источниками; осуществлять эффективный поиск информации; получать, обрабатывать и сохранять источники информации.
	Владеть: навыками анализа источников информации.
ОПК-6 способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ

исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	и материалов, правила обработки и оформления результатов работы.
	Уметь: правильно подбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.
	Владеть: базовыми навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Научно-исследовательская деятельность (1 семестр)	Научно-исследовательская деятельность (3 семестр), Научно-исследовательская деятельность (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Научно-исследовательская деятельность (1 семестр)	Знать основные методы физико-химического анализа. Уметь пользоваться приборами для физико-химического анализа. Иметь навыки определения основных физико-химических характеристик веществ.

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	40	40
Лекции (Л)	40	40
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68	68
подготовка к контрольным работам	40	40
подготовка к экзамену	28	28
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

### 5. Содержание дисциплины

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

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Рентгеновское излучение: диапазон, свойства. Получение рентгеновского излучения в рентгеновской трубке и в синхротроне. 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.	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.	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. Хромофоры, ауксохромы. Гипсо-, батохромный сдвиг, гипо- и гиперхромный эффект – чем обусловлены и вызваны.	2
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.	2
7	2	Возникновение и виды люминесценции. Люминесцентная спектроскопия. Сущность метода и применение. ИК-спектроскопия. Возникновение и виды колебаний. Применение для структурного анализа. Пробоподготовка для ИК. Запись спектров с твёрдых веществ (таблетки, суспензии, плёнки). Методы отражения. НПВО.	2
8	2	Запись спектров для жидкостей и газов. ИК спектроскопия испускания. Спектроскопия КР. Возникновение колебаний. Связь с ИК спектроскопией.	2

		Структурно-групповой анализ в колебательной спектроскопии.	
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.	4
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.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
подготовка к контрольным работам	1. 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. [Электронная учебно-методическая документация, основная литература]. 2. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 600 с. [Электронная учебно-	40

	<p>методическая документация, основная литература] 3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику. Учебное пособие. – М. : Машиностроение, 2007. — 496 с. [Электронная учебно-методическая документация, основная литература] 4. Вохминцев, К.В. Исследование методом пэм динамики формирования частиц наноструктурированного ZnO в ходе прокаливания / К.В. Вохминцев, Е.А. Трусова, С.А. Писарев, Е.В. Юртов. // Успехи в химии и химической технологии, 2009. – № 9(102). – Т. 23. – С. 59–64. [Электронная учебно-методическая документация, дополнительная литература]</p>	
подготовка к экзамену	<p>1. 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. [Электронная учебно-методическая документация, основная литература]. 2. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 600 с. [Электронная учебно-методическая документация, основная литература] 3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику. Учебное пособие. – М. : Машиностроение, 2007. — 496 с. [Электронная учебно-методическая документация, основная литература] 4. Вохминцев, К.В. Исследование методом пэм динамики формирования частиц наноструктурированного ZnO в ходе прокаливания / К.В. Вохминцев, Е.А. Трусова, С.А. Писарев, Е.В. Юртов. // Успехи в химии и химической технологии, 2009. – № 9(102). – Т. 23. – С. 59–64. [Электронная учебно-методическая документация, дополнительная литература]</p>	28

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Не предусмотрены

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: 1. Получение и исследование свойств металлоксидных функциональных материалов. 2. Получение и исследование свойств органических фотосенсибилизаторов. 3. Получение и исследование свойств элементоорганических функциональных соединений.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-6 способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	контрольная работа	КР 1 - КР 6
Все разделы	ОПК-6 способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	экзамен	1 - 52
Все разделы	ПК-2.1 знанием связи между химическим и фазовым составом, кристаллической структурой и свойствами металлов и сплавов	контрольная работа	1 - 52
Все разделы	ПК-2.1 знанием связи между химическим и фазовым составом, кристаллической структурой и свойствами металлов и сплавов	экзамен	1 - 52

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
контрольная работа	<p>Всего в течение семестра планируется проведение 6 контрольных работ. Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно. Максимально – 5 баллов. Весовой коэффициент мероприятия – 1. 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, 0 баллов – нет ответов на вопросы.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.            Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>

экзамен	<p>Итоговый рейтинг обучающегося может формироваться на основании только текущего контроля, путем сложения рейтинга за полученные оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент вправе прийти на дифференцированный зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к дифференцированному зачёту. За ответ на каждый вопрос студент может получить максимально 5 баллов, каждый вопрос имеет вес – 1, всего за билет – максимально 10 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос в билете: 5 баллов – студент демонстрирует: глубокие исчерпывающие знания в понимании, изложении ответа на вопрос, ответ логически последовательный, содержательный, полный, правильный и конкретный; 4 балла – твердые знания материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, однако, ответ недостаточно полный, имеются 1-2 незначительных замечания преподавателя, последовательный и конкретный ответ, студент свободно устраняет замечания преподавателя по отдельным частям и пунктам ответа; 3 балла - твердые знания и понимание основного; ответ не содержит грубых ошибок, но есть более 2-х неточностей и замечаний, при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений требуются наводящие вопросы преподавателя; 2-балла –грубые ошибки при ответе на вопрос, но 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 неверными, студент демонстрирует непонимание сущности излагаемых положений; 0 баллов - нет ответа на вопрос.</p>	<p>Отлично: рейтинг обучающегося по дисциплине более 85 %  Хорошо: рейтинг обучающегося по дисциплине более или равен 75 и менее 85 %  Удовлетворительно: рейтинг обучающегося по дисциплине более или равен 60 и менее 75 %  Неудовлетворительно: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>
---------	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
контрольная работа	Вопросы к контрольным работам (Современные методы характеристики наноматериалов).docx
экзамен	Вопросы к экзамену (Современные методы характеристики наноматериалов).docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

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

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

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

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

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

### **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная 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	Дополнительная 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/91951">https://e.lanbook.com/book/91951</a>
4	Основная 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. — ISBN 978-5-9275-2023-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

**9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

**10. 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