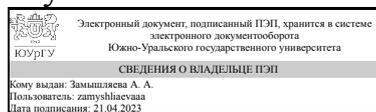


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук

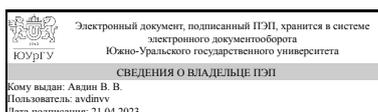


А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

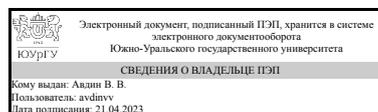
дисциплины 2.1.36.1 Специальная дисциплина  
для научной специальности 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

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**

Основная цель данной учебной дисциплины заключается в формировании у аспирантов комплекса фундаментальных представлений, составляющих основу востребованных научно-технических направлений, связанных с нанотехнологиями и наноматериалами. 2. Задачи дисциплины: - Изучить закономерности, обуславливающие изменения физических и химических свойств вещества в наномире, - обеспечить формирование у аспирантов умения проводить теоретический анализ, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования физических процессов на основе современных знаний, - раскрыть междисциплинарный характер современных нанотехнологий и выработать навыки планирования условий синтеза наноматериалов с новыми свойствами - усилить степень и эффективность самостоятельности при работе с литературой; аппаратными и методическими средствами экспериментального исследования.

## **Краткое содержание дисциплины**

Направлениями профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры по научной специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы, являются: 1. Экспериментальные исследования процессов получения и технологии наноматериалов, формирования наноструктур на подложках, синтеза порошков наноразмерных простых и сложных оксидов, солей и других соединений, индивидуальных металлов и сплавов, в том числе редких и платиновых металлов. 2. Выявление влияния размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов. 3. Исследование фазовых равновесий и поверхностных явлений в наноматериалах. 4. Моделирование структуры, свойств и процессов получения наноматериалов. 5. Исследование процессов нанесения покрытий из наноструктурированных материалов на различные наполнители. 6. Совершенствование существующих и разработка новых методов анализа структуры и свойств наноматериалов. 7. Исследование структуры, свойств и технологии композиционных наноструктурированных материалов. 8. Исследование физико-химических свойств неорганических наполнителей. 9. Новые технологические процессы с участием наноструктурированных сред и наноматериалов. 10. Подготовка кадров высшего профессионального образования в области нанотехнологии и наноматериалов.

## **2. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **Знать:**

- структурные, морфологические и механические свойства наноматериалов и композитных структур на их основе; - основы теории фазовых равновесий и поверхностных явлений в наноматериалах; - методы научно-исследовательской деятельности в том числе в области нанотехнологии и наноматериалов; - сложившиеся практики решения исследовательских задач по тематике проводимых исследований и (или) разработок; - методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; - современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний; - требования к

оформлению научных публикаций в рецензируемых научных изданиях, к представлению научных результатов.

#### **Уметь:**

- проводить исследования наноматериалов и композитных структур; - выявлять влияние размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов; - проводить масштабирование процессов с участием наноструктурированных систем и наноматериалов; - использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований; - проводить информационный поиск для решения исследовательских задач; - формулировать задачи исследования, составлять план исследований; - формулировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач; - проводить научные дискуссии на научных (научно-практических) мероприятиях; - представлять научные результаты в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях и на научных (научно-практических) мероприятиях.

#### **Владеть:**

- навыками моделирования структуры, свойств и процессов получения наноматериалов; - методами диагностики наноматериалов и наноструктур; - навыками анализа методов и способов решения исследовательских задач; - навыками использования информационных ресурсов, научной, опытноэкспериментальной и приборной базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок; - навыками критического анализа научной литературы с целью самостоятельного выбора направления исследования; - навыками определения необходимых средств и методов для выполнения исследования; - навыками формулировки выводов по итогам проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений; - навыками представления научных результатов в отечественных и зарубежных базах данных и системах учета; - навыками организации самостоятельной исследовательской работы менее квалифицированных работников.

### **3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина относится к Образовательному компоненту программы аспирантуры.

### **4. Объём и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	36	36

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	36	36
подготовка к экзамену	30	0
подготовка к контрольным работам	40	0
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
1	Введение	2	2	0
2	Наноматериалы	17	17	0
3	Нанотехнологии	17	17	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия, термины и определения. Предмет, цели и задачи курса наноматериалов и нанотехнологий. Основные классы наноматериалов и нанотехнологий. Перспективы применения наноматериалов и нанотехнологий.	2
2	2	Классификация и методы получения нанокластеров и наноструктур.	2
3	2	Углеродные нанокластеры, наноструктуры и наноматериалы.	3
4	2	Оптические, электронные и магнитные свойства наносистем и наноматериалов.	3
5	2	Самосборка и катализ. Поверхностные эффекты.	3
6	2	Принципы разработки наноматериалов с новыми свойствами.	3
7	2	Методы исследований и измерений в нанонауке.	3
8	3	Определение технологии и нанотехнологий. Классификации нанотехнологий. Основные представления о современных технологиях синтеза наноматериалов и основные методы диагностики наноматериалов.	2
9	3	Методы измерения, исследования и формирования наноструктур.	2
10	3	Материалы и технологии изготовления оптических волокон.	2
11	3	Применения наноматериалов и нанотехнологий.	2
12	3	Устройства с нанокристаллическими материалами в (опто)электронике и фотонике.	3
13	3	Наномашины и наноприборы.	3
14	3	Перспективы наноматериалов, наноструктур и нанотехнологий.	3

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Самостоятельная работа аспиранта

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов

подготовка к экзамену	<p>Суздаев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Изд2-е -М.:»Либроком 2009.-592с. 2. Мир материалов и технологий. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах).М: ТЕХНОСФЕРА,2010- 858 с. ] 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>	16
подготовка к контрольным работам	<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>	20

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Наблюдение за исследованием реальных образцов наноматериалов на современном оборудовании и анализ полученных результатов	Самостоятельная работа студента	Аспиранты наблюдают за исследованием образцов на оборудовании: сканирующий электронный микроскоп с микроанализом (EDS, WDS), просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения, термический анализатор с масс-спектрометрией и ИК-спектроскопией газообразных продуктов термолиза, рентгеновский порошковый дифрактометр, рентгеновский монокристалльный дифрактометр, ИК-спектрометр). Полученные данные самостоятельно анализируются, делается заключение о свойствах наноматериалов, выполняется доклад с обсуждением.	8

### **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. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.1. Паспорт оценочных средств**

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы		устный опрос	1.1. - 1.19.
Все разделы		устный опрос	1.1. - 1.19.
Все разделы		устный опрос	1.1. - 1.19.
Все разделы		устный опрос	1.1. - 1.19.
Все разделы		контрольная работа	2.1. - 2.17.
Все разделы		контрольная работа	2.1. - 2.17.
Все разделы		контрольная работа	2.1. - 2.17.
Все разделы		контрольная работа	2.1. - 2.17.
Все разделы		экзамен	3.1. - 3.15.
Все разделы		экзамен	3.1. - 3.15.
Все разделы		экзамен	3.1. - 3.15.
Все разделы		экзамен	3.1. - 3.15.

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
устный опрос	аспирант делает устный доклад по одной из предложенных тем, либо по результатам анализа экспериментальных данных изучения наноматериалов, полученных на предыдущем занятии	Зачтено: правильное понимание сути излагаемых вопросов, логичные выводы из проанализированного материала Не зачтено: неправильное понимание сути излагаемых вопросов, нелогичные выводы из проанализированного материала или неполностью проанализированный материал
контрольная работа	контрольная работа (КР) включает 3-4 варианта заданий, каждый вариант включает 2 вопроса. КР проводятся в течение 30 мин.	Зачтено: правильное изложение 50% и более материала, рассмотренного на лекциях и рассмотренного на практических занятиях Не зачтено: правильное изложение менее 50% материала, рассмотренного на лекциях и рассмотренного на практических занятиях
экзамен	Аспирант вытягивает билет, содержащий 2 вопроса, готовится не более 40 минут, отвечает устно.	Отлично: Полное понимание сути вопросов, правильное изложение 90% и более необходимого материала Хорошо: Понимание основной сути вопросов, правильное изложение 75-89% и более необходимого материала Удовлетворительно: Понимание основной сути вопросов, правильное изложение 50-74% и более необходимого материала Неудовлетворительно: Непонимание основной сути вопросов или правильное изложение менее 50% необходимого материала

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
устный опрос	<p>1.1. Морфология. Структура. Постановка структурной задачи.</p> <p>1.2. Метода ДСК и ДТА. Сущность методов. Типы кривых. Основные параметры, влияющие на ход процесса.</p> <p>1.3. Термогравиметрия. Сущность метода. Типы кривых. Основные параметры, влияющие на ход процесса.</p> <p>1.4. Сущность СТА. Недостатки и достоинства.</p> <p>1.5. Электронная микроскопия: виды (СЭМ и ПЭМ), достоинства и ограничения методов.</p> <p>1.6. Сканирующая электронная микроскопия: принцип работы, определяемые характеристики (с учётом дополнительных приставок), достоинства и недостатки.</p> <p>1.7. Просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ и ТЕМ HR): принцип работы, определяемые характеристики (с учётом дополнительных приставок), достоинства и недостатки.</p> <p>1.8. Дополнительные методы электронной микроскопии (EDS, WDS, картирование, электронная дифракция): принципы реализации, определяемые характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p>1.9. Схема и принцип работы масс-спектрометра. Масс-спектры, массовые числа.</p> <p>1.10. Результаты масс-спектрометрического анализа, возможности и ограничения метода.</p> <p>1.11. Применение Фурье-преобразования для спектроскопических методов.</p>

	<p>1.12. Виды колебательной спектроскопии и принципы их реализации.</p> <p>1.13. Принцип и реализация рентгенофлуоресцентной спектроскопии.</p> <p>1.14. Спектроскопия ультрафиолетового и видимого диапазонов. Возможности метода, особенности реализации.</p> <p>1.15. Динамическое светорассеяние. Принцип реализации метода, получаемая информация, техника проведения эксперимента.</p> <p>1.16. Принцип спектроскопии ЯМР. Возникновение резонанса, мешающие факторы. Ограничения методов ЯМР.</p> <p>1.17. Принцип спектроскопии ЭПР. Возникновение резонанса, мешающие факторы. Ограничения методов ЭПР.</p> <p>1.18. Рентгеновские методы анализа структуры.</p> <p>1.19. Электронная и нейтронная дифракция.</p>
<p>контрольная работа</p>	<p>2.1. Формы и материалы тиглей для ТГА. Эффект неравномерного прогрева. Скорость нагревания.</p> <p>2.2. Особенности ТГА: весовая часть, атмосфера. Характеристики, изучаемые методом ТГ.</p> <p>2.3. Особенности кривых ДТА и ДСК. Ограничения ДСК. Термический анализ высокого разрешения.</p> <p>2.4. Взвешивание и пробоподготовка при ДТА и ДСК, держатели, тигли, атмосфера для ДСК.</p> <p>2.5. Тигли, держатели, весовая часть, атмосфера в СТА.</p> <p>2.6. Методы электронной микроскопии. Принципы создания электронного луча, управления им и взаимодействия его с веществом.</p> <p>2.7. Сканирующая электронная микроскопия. Виды рассеянного излучения и получаемая информация.</p> <p>2.8. Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип реализации, преимущества перед сканирующей электронной микроскопией.</p> <p>2.9. Применение масс-спектрометрического детектора в других видах анализа.</p> <p>2.10. Модификация спектрометров Фурье-преобразователями: принцип, возможности, преимущества.</p> <p>2.11. Виды ИК спектроскопии. Реализация ИК спектроскопии при падении луча на образец под прямым углом.</p> <p>2.12. Принцип и реализация методов ИК спектроскопии отражения.</p> <p>2.13. ИК спектроскопия испускания.</p> <p>2.14. Принцип и реализация спектроскопии комбинационного рассеяния.</p> <p>2.15. Условия записи спектров ЯМР. Химический сдвиг. Структурная информация метода ЯМР.</p> <p>2.16. Условия записи спектров ЭПР. Структурная информация метода ЭПР.</p> <p>2.17. Условия записи рентгеновских дифракционных кривых. Виды излучения и их особенности.</p>
<p>экзамен</p>	<p>3.1. Нулевая и базовая линии: определения, чем обусловлены, что учитывают.</p> <p>3.2. Особенности нулевой и базовой линий в ТГА, ДТА-ДСК и СТА.</p> <p>3.3. Динамический механический анализ: принцип измерения, измеряемые величины, особенности работы, применение.</p> <p>3.4. Дилатометрия: принцип измерения, измеряемые величины, особенности работы, применение.</p> <p>3.5. Условия проведения сканирующей электронной микроскопии, разрешающая способность, ограничения метода.</p> <p>3.6. Информация, получаемая методом просвечивающей электронной микроскопии. Разрешающая способность, ограничения метода.</p> <p>3.7. Пробоподготовка для просвечивающего микроскопа: требования к образцу, механическое утонение, электрохимическое травление, ионное травление.</p> <p>3.8. Пробоподготовка для сканирующего микроскопа: требования к образцу, шлифовка, напыление.</p> <p>3.9. Пробоподготовка для XRF и XRD: требования к образцам, остеклование, прессование, диспергирование.</p>

<p>3.10. Весы, их типы, особенности устройства и эксплуатации.</p> <p>3.11. Применение ИК спектроскопии в качестве дополнительного метода к термическому анализу.</p> <p>3.12. Применение ИК спектроскопии в качестве дополнительного метода к хроматографии.</p> <p>3.13. Применение КР спектроскопии в качестве дополнительного метода для различных видов микроскопии.</p> <p>3.14. Масс-спектрометрические детекторы в качестве дополнительного метода для термического анализа.</p> <p>3.15. Масс-спектрометрические детекторы в качестве дополнительного метода для хроматографии.</p>
--

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника: Мировые достижения за 2005 год Сб. Под ред. П. П. Мальцева. - М.: Техносфера, 2006. - 149 с. ил.
2. Гочжун Цао Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение [Текст] Гочжун Цао, Ин Ван ; пер. со 2-го англ. изд. А. И. Ефимова и др.; науч. ред. В. Б. Зайцев ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Науч.-образоват. центр по нанотехнологиям. - М.: Научный мир, 2012. - 520 с. ил.
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии А. И. Гусев. - М.: Физматлит, 2005. - 410, [1] с. ил.
4. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы [Текст] учеб. пособие для старших курсов по специальности 020101 (011000) - Химия А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Физматлит, 2010. - 452 с. ил., цв. ил.; портр.; табл.
5. Раков, Э. Г. Нанотрубки и фуллерены [Текст] учеб. пособие по специальности 210602 "Наноматериалы" Э. Г. Раков. - М.: Логос, 2006. - 374 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Жеребцов, Д. А. Нанотехнологии и наноматериалы [Текст] монография Д. А. Жеребцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 114, [1] с. ил.
2. Медведев, А. Ю. Разработка научных основ технологии получения твердофазных соединений высокопрочных титановых сплавов методом линейной сварки трением за счет эффекта наноструктурирования [Текст] автореф. дис. ... д-ра техн. наук : специальность 05.16.08 - Нанотехнологии и наноматериалы (металлургия и материаловедение) А. Ю. Медведев ; Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа, 2019. - 38 с. ил.
3. Раков, Э. Г. Нанотрубки и фуллерены [Текст] учеб. пособие по специальности 210602 "Наноматериалы" Э. Г. Раков. - М.: Логос, 2006. - 374 с. ил.
4. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы [Текст] учеб. пособие Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 365 с. ил. 22 см.

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"
6. Нано- и микросистемная техника междисциплинар. теорет. и приклад. науч.-техн. журн. Изд-во "Новые технологии" журнал. - М., 2000-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Авдин ВВ Мембранные технологии. Учебное пособие.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Авдин ВВ Мембранные технологии. Учебное пособие.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	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>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. <a href="https://e.lanbook.com/journal/issue/292865">https://e.lanbook.com/journal/issue/292865</a>

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Thr Cambridge Cristallographic Data Centre(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 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, компьютер, мультимедийный проектор.

Лекции	04 (1)	1. Определитель поровых характеристик ASAP-2020. 2. Анализаторы размера частиц в суспензии (комплекс) Microtrac S-3500, Nanotrac 253 Ultra. 3. Система термического анализа в составе синхронного термического анализатора (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449С «Jupiter» и квадрупольного масс-спектрометра QMS 403С «Aëolos». 4. Синхронный термический анализатор (ТГ-ДСК) Netzsch STA 449F1 «Jupiter».
Лекции	03 (1)	1. Комплекс сканирующей электронной микроскопии Jeol JSM-7001F, EDS Oxford INCA X-max 80, WDS Oxford INCA WAVE, EBSD и HKL. 2. Просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения Jeol JEM-2100. 3. Дифрактометр рентгеновский порошковый Rigaku Ultima IV.