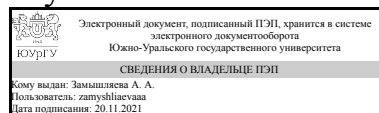


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



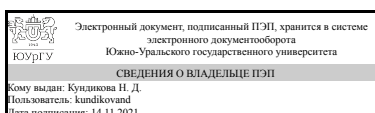
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины В.1.01 Современные проблемы естествознания  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Прикладные математика и физика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика**

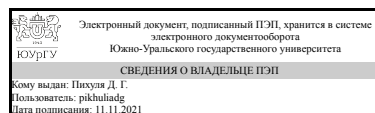
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент (кн)



Д. Г. Пихуля

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные проблемы естествознания» являются получение знаний по фундаментальным основам и принципам нанотехнологий. Задачи дисциплины: раскрытие особенностей физических взаимодействий на наномасштабах, освоение методов создания и исследования нанообъектов и наносистем, а так же приобретение навыков в работе с зондовым сканирующим микроскопом.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Современные проблемы естествознания» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла и состоит из шести разделов: Введение в нанотехнологию. Материалы нанотехнологий. Свойства наноструктурных материалов. Методы нанотехнологий. Электронная микроскопия. Зондовая сканирующая микроскопия.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-6 способностью представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов	Знать:Современные средства для обработки получаемых на практических работах изображений наноструктур
	Уметь:Обрабатывать результаты практических работ
	Владеть:Навыками в описании, оформлении и презентации результатов практических работ
ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	Знать:Цели, задачи, методы нанотехнологий. Используемые в нанотехнологии материалы и их свойства. Способы исследования наноструктур.
	Уметь:Применять полученные знания на практике.
	Владеть:Навыками работы на современном научно-исследовательском оборудовании из области нанотехнологий.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.22 Компьютеры в научных исследованиях, Б.1.02 Иностранный язык	Ф.02 Физические методы исследования, В.1.09 Оптические и спектральные методы исследования, Учебная практика, практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (7 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Б.1.22 Компьютеры в научных исследованиях	Знать языки программирования C++, Pascal. Иметь навыки работы с пакетами Matlab, Mathcad Уметь работать в текстовом редакторе LaTeX, MS Word
Б.1.02 Иностранный язык	Знание английского языка на уровне, достаточном для чтения англоязычной научной литературы.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	112	112	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	80	80	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68	68	
Подготовка к диф. зачету.	23	23	
Чтение учебной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	30	30	
Подготовка к докладам.	15	15	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		диф.зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в нанотехнологию	10	4	6	0
2	Материалы нанотехнологий	10	4	6	0
3	Свойства наноструктурных материалов	8	4	4	0
4	Методы нанотехнологий	16	10	6	0
5	Электронная микроскопия	10	4	6	0
6	Зондовая сканирующая микроскопия	58	6	52	0

##### 5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1	1	Цели и задачи нанотехнологии. Основные понятия и определения. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств.	2
2	1	Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.	2
3	2	Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры.	2
4	2	Материалы на основе наноструктурных элементов: нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства. Области применения.	2
5	3	Механические свойства наноструктур. Тепловые свойства наночастиц и молекулярных кластеров. Теория низкоразмерных электронных систем (Квантовые пленки, проволоки, точки). Электронный транспорт (туннельный эффект, кулоновская блокада).	2
6	3	Свойства наноструктурных магнитных материалов и частиц. Эмиссионные свойства наноструктур. Оптические свойства наноструктурного твердого тела.	2
7	4	Субмикронная литография. Источники экстремального ультрафиолета. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в нанотехнологии. Лазерная абляция. Многослойные брэгговские зеркала. Нанолитография. Электронная, ионная и рентгеновская литографии. Применение "линзы Кумахова" для нанолитографии.	5
8	4	Маски и резисты для разных типов литографии. Нанопечатная литография. Литография атомно-силовая микроскопии. Основы теории зародышеобразования. Эпитаксиальные методы. Самоорганизация квантовых точек и нитей. Самоорганизация нанотрубок. Локальное анодное окисление металлов.	5
9	5	Растровый электронный микроскоп. Просвечивающий электронный микроскоп. Полевой электронный микроскоп.	2
10	5	Полевой ионный микроскоп. Сканирующий электронный микроскоп.	2
11	6	Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца. Методы сканирующей зондовой микроскопии.	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.	6
2	2	Материалы на основе наноструктурных элементов: нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства. Области применения.	6
3	3	Свойства наноструктурных магнитных материалов и частиц. Эмиссионные свойства наноструктур. Оптические свойства наноструктурного твердого	4

		тела.	
4	4	Сканирующая зондовая литография.	6
5	5	Электронный микроскоп	6
6	6	Получение первого СЗМ изображения.	6
7	6	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии.	6
8	6	Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме.	6
9	6	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии.	6
10	6	Обработка и количественный анализ СЗМ изображений.	6
11	6	Защита зондовых микроскопов от внешних воздействий. Формирование и обработка СЗМ изображений.	6
12	6	Сканирующая туннельная микроскопия.	6
13	6	Атомно-силовая микроскопия.	6
14	6	Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.	4

### 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 диф. зачету	Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Н. Кобаяси; Пер. с яп. А. В. Хачояна; Под ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 134 с. ил. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Текст Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с. ил. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии Учеб. пособие для вузов В. Л. Миронов; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур. - М.: Техносфера, 2004. - 143 с. ил. Оптические свойства наноструктур Учеб. пособие Л. Е. Воробьев, Е. Л. Ивченко, Д. А. Фирсов, В. А. Шалыгин; Под общ. ред. В. И. Ильина, А. Я. Шика; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования на 1997-2000 годы". - СПб.: Наука, 2001. - 186,[1] с. ил. Введение в нанотехнологию Текст учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин и др. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 457 с. ил. Научные журналы, Информационный	23

	<p>ресурс:  <a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>.  Научные журналы, Информационный ресурс: <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>.  Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук,  Информационный ресурс:  <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>, Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания».</p>	
Подготовка к практическим занятиям	<p>Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Н. Кобаяси; Пер. с яп. А. В. Хачояна; Под ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 134 с. ил.  Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Текст Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с. ил.  Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии Учеб. пособие для вузов В. Л. Миронов; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур. - М.: Техносфера, 2004. - 143 с. ил.  Оптические свойства наноструктур Учеб. пособие Л. Е. Воробьев, Е. Л. Ивченко, Д. А. Фирсов, В. А. Шальгин; Под общ. ред. В. И. Ильина, А. Я. Шика; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования на 1997-2000 годы". - СПб.: Наука, 2001. - 186,[1] с. ил.  Введение в нанотехнологию Текст учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин и др. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 457 с. ил.  Научные журналы, Информационный ресурс:  <a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>.  Научные журналы, Информационный ресурс: <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>.  Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук,  Информационный ресурс:  <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>, Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания».</p>	30
Подготовка к докладам.	<p>Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Н. Кобаяси; Пер. с яп. А. В. Хачояна; Под ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 134 с. ил.  Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию Текст Н. Кобаяси ; пер. с яп. А. В. Хачояна ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е</p>	15

	<p>изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с. ил. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии Учеб. пособие для вузов В. Л. Миронов; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур. - М.: Техносфера, 2004. - 143 с. ил. Оптические свойства наноструктур Учеб. пособие Л. Е. Воробьев, Е. Л. Ивченко, Д. А. Фирсов, В. А. Шалыгин; Под общ. ред. В. И. Ильина, А. Я. Шика; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования на 1997-2000 годы". - СПб.: Наука, 2001. - 186,[1] с. ил. Введение в нанотехнологию Текст учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин и др. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 457 с. ил. Научные журналы, Информационный ресурс: <a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>. Научные журналы, Информационный ресурс: <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>. Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук, Информационный ресурс: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>, Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания».</p>	
--	--	--

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Демонстрация работы на учебном сканирующем зондовом микроскопе Nanoeducator.	Практические занятия и семинары	Преподаватель демонстрирует выполнение работы на зондовом микроскопе Nanoeducator. В качестве объектов исследования могут использоваться принесенные студентами образцы. Демонстрируется три режима работы: атомно-силовая микроскопия, зондовая туннельная микроскопия, атомно-силовая литография. Так же демонстрируются способы обработки получаемых изображений.	6

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

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 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 представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов	диф. зачет	билеты с вопросами 1-35
Все разделы	ОПК-6 способностью представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов	текущий	доклад по темам 1-14 с презентацией
Все разделы	ОПК-3 способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации	диф. зачет	билеты с вопросами 1-35

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
диф. зачет	Это обязательное контрольное мероприятие. Студент готовится к ответу по выбранному билету. Два вопроса в билете. Преподаватель беседует со студентом. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Всего 6 баллов. По 3 балла на каждый вопрос в билете. Ответ на вопрос билета дан без ошибок или ошибки незначительные - 3 балла. Ответ на вопрос билета неверен или содержит ошибки - 2 балла. Ответ на вопрос билета неполный и содержит ошибки - 1 балла. Ответ на вопрос не дан или дан не верно и содержит существенные ошибки - 0 баллов.	Отлично: Рейтинг по дисциплине от 85% Хорошо: Рейтинг по дисциплине от 75 до 84% Удовлетворительно: Рейтинг по дисциплине от 60 до 74% Неудовлетворительно: Рейтинг по дисциплине менее 60%
текущий	Подготовленные доклады заслушиваются на занятиях, затем задаются вопросы докладчику и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Время на доклад - 15 минут. Оценивается доклад на 3 балла: 0 - доклад не подготовлен, 1 - в докладе отсутствует основное содержание, 2 - доклад не содержит некоторых существенных пунктов, 3 - доклад сделан на высоком уровне, студент свободно отвечает на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	Зачтено: Рейтинг за мероприятие от 60% Не зачтено: Рейтинг за мероприятие менее 60%

### 7.3. Типовые контрольные задания



Вид контроля	Типовые контрольные задания
диф. зачет	<p>1 В чем особенности метода сканирующей туннельной микроскопии?</p> <p>2 В каких случаях на поверхности вещества появляются квантовые точки?</p> <p>3 На чем основан метод лазерного микрозондового анализа?</p> <p>4 Перечислите физические и химические методы получения тонких пленок.</p> <p>5 Какой способ получения углеродных нанотрубок является самым распространенным.</p> <p>6 Каким образом температура плавления наночастицы зависит от ее размера?</p> <p>7 Каким образом формируется изображение в растровом электронном микроскопе?</p> <p>8 Как явление ядерного магнитного резонанса может быть использовано для исследования низкоразмерных систем?</p> <p>9 Как осуществляется получение пленок Ленгмюра-Блоджетт?</p> <p>10 Какую информацию о кристалле можно получить с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии?</p> <p>11 Какую информацию об исследуемом материале можно получить методами ОЖЕ-спектроскопии?</p> <p>12 Как осуществляется синтез мезопористых наноматериалов (MCM и SBA)?</p> <p>13 Перечислите требования, предъявляемые к методам исследования наноматериалов.</p> <p>14 В чем разница между методами вакуумного и плазменного напыления тонких пленок?</p> <p>15 В чем достоинства метода масс-спектроскопии вторичных ионов?</p> <p>16 Как изменится выражение для свободной энергии в связи с уменьшением геометрических параметров тела до наноразмеров?</p> <p>17 Как изменится колебательный спектр кристаллической решетки вследствие ограничения размеров кристалла?</p> <p>18 В чем достоинства и недостатки механических методов получения нанопорошков?</p> <p>19 На чем основаны физические методы получения нанопорошков?</p> <p>20 Чем отличаются методы термического напыления от методов катодного напыления?</p> <p>21 Каковы достоинства метода магнито-плазменного напыления по сравнению с другими методами?</p> <p>22 Как можно классифицировать системы пониженной размерности?</p> <p>23 В чем отличие электронного спектра нанобъектов от объемных материалов?</p> <p>24 От чего зависит разрешающая способность атомно-силового микроскопа?</p> <p>25 Что понимают под размерными эффектами?</p> <p>26 В чем заключаются особенности строения кристаллической решетки цеолитов?</p> <p>27 В чем отличие метода диэлектрической спектроскопии от ЯМР-метода?</p> <p>28 Каким образом получают нанопорошки с помощью химических методов?</p> <p>29 Что такое таммовские состояния?</p> <p>30 От чего зависит разрешающая способность электронного микроскопа?</p> <p>31 Какие характеристики поверхности могут быть исследованы с помощью метода зондовой микроскопии?</p> <p>32 Какие пористые материалы используются для получения нанокомпозитов?</p> <p>33 Как и почему меняется теплоемкость наноразмерных частиц?</p> <p>34 В каких режимах можно исследовать образцы с помощью атомно-силового микроскопа?</p> <p>35 В чем особенности получения пористых пленок методом анодирования?</p>
текущий	<p>1 Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме. б</p> <p>2 Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.</p> <p>3 Сканирующая туннельная микроскопия.</p> <p>4 Материалы на основе наноструктурных элементов: нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства. Области применения.</p>

5	Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.
6	Получение первого СЗМ изображения.
7	Атомно-силовая микроскопия.
8	Сканирующая зондовая литография.
9	Защита зондовых микроскопов от внешних воздействий. Формирование и обработка СЗМ изображений. 6
10	Электронный микроскоп
11	Обработка и количественный анализ СЗМ изображений.
12	Свойства наноструктурных магнитных материалов и частиц. Эмиссионные свойства наноструктур. Оптические свойства наноструктурного твердого тела. 4
13	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии.
14	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

1. Введение в нанотехнологию Текст учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" В. И. Марголин и др. - СПб. и др.: Лань, 2012. - 457 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания» в электронном виде в локальной сети кафедры

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

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания» в электронном виде в локальной сети кафедры

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	eLIBRARY.RU	Научные журналы <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
2	Основная литература	Springer Link	Научные журналы <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
3	Основная литература	eLIBRARY.RU	Научные журналы Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук. <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания» <a href="http://phys.susu.ru/">http://phys.susu.ru/</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Корнилов, В. М. Основы сканирующей зондовой микроскопии: метод. указания : учебное пособие / В. М. Корнилов, А. Ф. Галиев. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2011. — 24 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/43260">https://e.lanbook.com/book/43260</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Елманов, Г. Н. Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии: лабораторный практикум : учебное пособие / Г. Н. Елманов, Б. А. Логинов, О. Н. Севрюков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-1581-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75758">https://e.lanbook.com/book/75758</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карпухин, С. Д. Атомно-силовая микроскопия / С. Д. Карпухин, Ю. А. Быков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/52243">https://e.lanbook.com/book/52243</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Embarcadero-C++ Builder 10 Seattle Professional Architect(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)
4. PTC-MathCAD(бессрочно)
5. -PascalABC.NET(бессрочно)
6. -Borland Developer Studio(бессрочно)

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
Практические занятия и семинары	604 (16)	базовый прибор для научно-образовательного процесса в области нанотехнологии «Nanoeducator»
Лекции	604 (16)	Мультимедийный класс, компьютеры для работы с программным обеспечением