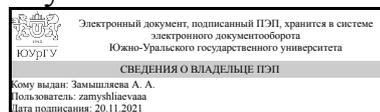


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



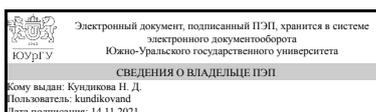
А. А. Замышляева

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**

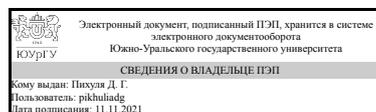
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

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: http://www.nature.com/siteindex/index.html. Научные журналы, Информационный ресурс: http://link.springer.com. Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук, Информационный ресурс: http://elibrary.ru, 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: http://www.nature.com/siteindex/index.html. Научные журналы, Информационный ресурс: http://link.springer.com. Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук, Информационный ресурс: http://elibrary.ru, 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: http://www.nature.com/siteindex/index.html. Научные журналы, Информационный ресурс: http://link.springer.com. Научные журналы: Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук, Информационный ресурс: http://elibrary.ru, 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 http://elibrary.ru/ |
| 2 | Основная литература | Springer Link | Научные журналы http://link.springer.com/ |
| 3 | Основная литература | eLIBRARY.RU | Научные журналы Письма в Журнал технической физики, Успехи физических наук. http://elibrary.ru/ |

| | | | |
|---|--|---|---|
| 4 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Учебно-методические материалы кафедры | Методические указания для самостоятельной работы студентов по курсу «Современные проблемы естествознания» http://phys.susu.ru/ |
| 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: https://e.lanbook.com/book/43260 . — 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: https://e.lanbook.com/book/75758 . — 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: https://e.lanbook.com/book/52243 . — 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 |