

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ

Директор по образовательной
деятельности



С.Т. Князев
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль |
|------------|--------------------------------------|
| 1152980 | Методы математического моделирования |

Екатеринбург, 2020

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|---|
| Образовательная программа 1. Материалы микро- и наносистемной техники | Код ОП 1. 28.04.01/33.01 |
| Направление подготовки 1. Нанотехнологии и микросистемная техника | Код направления и уровня подготовки 1. 28.04.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------------|---|------------------|--|
| 1 | Чернышев Владимир Артурович | Кандидат физико- математических наук, доцент | Доцент | Кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Современные коммуникативные технологии в профессиональной сфере

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят курсы «Методы компьютерного моделирования» и «Моделирование кристаллов и наноструктур». Рассматривается моделирование кристаллических структур и наноразмерных систем. Рассматриваются основы ab initio расчетов, их возможности для описания свойств наноматериалов. Рассматриваются математические аспекты, интерпретация полученных результатов. Проводится ознакомление и приобретаются навыки работы с современными программами для ab initio расчетов, с программами для визуализации результатов. По модулю запланирована подготовка и защита проекта.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1 | Методы компьютерного моделирования | 3 |
| 2 | Моделирование кристаллов и наноструктур | 3 |
| 3 | Проект по модулю | 2 |
| ИТОГО по модулю: | | 8 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Пререквизиты модуля | Не предусмотрены |
| Постреквизиты и корреквизиты модуля | Не предусмотрены |

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) |
|------------------------------------|---|--|
| Методы компьютерного моделирования | ПК-3 - Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники | Знать структуру и свойства материалов, методы построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов. Применять теоретические знания и алгоритмы для решения задач, составлять математические модели, применять методы математического моделирования при исследовании физических процессов. Собирать, анализировать и обобщать данные, владеть методами изучения, анализа и математического описания физических процессов. |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>ОПК-2 Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> | <p>РО 1-3 ОПК 2 Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности РО 2-3 ОПК 2 Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности РО 1-У ОПК 2 Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа РО 2-У ОПК 2 Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности РО 1-В ОПК 2 Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ РО1-ЛК ОПК2 Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p> |
| | <p>ОПК-3 Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов и интерпретацию полученных результатов</p> | <p>РО 1-3 ОПК 3 Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования. РО2-3 ОПК 3 Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения. РО3-3 ОПК 3 Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений. РО4-3 ОПК 4 Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности РО1-У ОПК3 Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания. РО2-У ОПК 3 Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности РО3-У ОПК 3 Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям РО1-В ОПК3 Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>PO2-B ОПК 3 Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>PO1-ЛК ОПК3 Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p> |
| <p>Моделирование кристаллов и наноструктур</p> | <p>ПК-3 - Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники</p> | <p>Знать структуру и свойства материалов, методы построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов.</p> <p>Применять теоретические знания и алгоритмы для решения задач, составлять математические модели, применять методы математического моделирования при исследовании физических процессов.</p> <p>Собирать, анализировать и обобщать данные, владеть методами изучения, анализа и математического описания физических процессов.</p> |
| | <p>ОПК-2 Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> | <p>PO 1-3 ОПК 2 Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 2-3 ОПК 2Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 1-У ОПК 2 Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>PO 2-У ОПК 2 Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 1-B ОПК 2 Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>PO1-ЛК ОПК2 Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p> |
| | <p>ОПК-3 Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов и интерпретацию полученных результатов</p> | <p>PO 1-3 ОПК 3 Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования.</p> <p>PO2-3 ОПК 3 Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения.</p> <p>PO3-3 ОПК 3 Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>PO4-3 ОПК 4 Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> |

| | | |
|------------------|---|---|
| | | <p>PO1-У ОПК3 Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания.</p> <p>PO2-У ОПК 3 Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>PO3-У ОПК 3 Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>PO1-В ОПК3 Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>PO2-В ОПК 3 Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>PO1-ЛК ОПК3 Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p> |
| Проект по модулю | ПК-3 - Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники | <p>Знать структуру и свойства материалов, методы построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов.</p> <p>Применять теоретические знания и алгоритмы для решения задач, составлять математические модели, применять методы математического моделирования при исследовании физических процессов.</p> <p>Собирать, анализировать и обобщать данные, владеть методами изучения, анализа и математического описания физических процессов.</p> |
| | ОПК-2 Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа | <p>PO 1-3 ОПК 2 Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 2-3 ОПК 2Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 1-У ОПК 2 Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>PO 2-У ОПК 2 Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>PO 1-В ОПК 2 Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | | анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ РО1-ЛК ОПК2 Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели. |
| | ОПК-3 Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов и интерпретацию полученных результатов | <p>РО 1-3 ОПК 3 Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования.</p> <p>РО2-3 ОПК 3 Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения.</p> <p>РО3-3 ОПК 3 Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>РО4-3 ОПК 4 Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>РО1-У ОПК3 Сбирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания.</p> <p>РО2-У ОПК 3 Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>РО3-У ОПК 3 Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>РО1-В ОПК3 Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>РО2-В ОПК 3 Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>РО1-ЛК ОПК3 Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p> |

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в форме:

Очная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы математического моделирования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|------------------|---|
| 1 | Чернышев Владимир Артурович | кандидат физико- математических наук, доцент | доцент | кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля Методы математического моделирования

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|---|---|
| 1 | Общие принципы построения и анализа предметных, математических и компьютерных моделей. Классификации математических моделей. | Предметная модель. Математическая модель предметной модели. Компьютерная модель математической модели. Методы анализа моделей. Интерпретация результатов анализа моделей. Числовые алгоритмы. Устойчивость и точность алгоритмов. Компьютерный эксперимент. Компьютерные алгоритмы и особенности разработки моделирующих программ. Аналитические и имитационные математические модели. Типы аналитических моделей. Детерминированные и стохастические математические модели. Непрерывные и дискретные математические модели. Статические и динамические математические модели. Определение и примеры непрерывных математических моделей. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. |
| 2 | Формально-конструктивное определение модели. Алгебра моделей. Процесс создания модели. | Формально-конструктивное определение модели. Интерфейсный компонент модели. Модельно-содержательный компонент модели. Постулаты моделирования. Некоторые типы моделей. Алгебраический подход к созданию новых моделей. Построение начальных моделей по аналогии. Индуцированное отношение и индуцированная характеристика. Подмодель. Полигоморфизм и полиизоморфизм моделей. Процесс моделирования. Интерпретация результатов анализа модели. |
| 3 | Математический аппарат создания и анализа непрерывных математических моделей. Примеры построения и анализа непрерывных математических моделей | Метрические и линейные нормированные пространства. Мера, измеримые функции, теория интегрирования. Линейные операторы и линейные функционалы. Нелинейные операторы. Обобщенные функции как пример непрерывной математической модели. Дельта-функция Дирака. Множество основных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Операции и отношения на множестве обобщенных функций. Свойства первообразной обобщенной функции. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста. Методы построения непрерывных математических моделей. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Типы линейных уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типов. Описание распространения тепла с помощью уравнения параболического типа. Корректная постановка краевых задач для уравнений параболического типа. |
| 4 | Моделирование поведения систем большого числа частиц | Теоретические основы метода молекулярной динамики. Моделирование систем, состоящих из большого числа частиц. |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| | методом молекулярной динамики | Моделирование детерминированных процессов. Моделирование случайных процессов. Метод молекулярной динамики в системе многих частиц. Моделирование газов, классических жидкостей и твердых тел. Выбор потенциала. Периодические граничные условия. Численный алгоритм решения системы дифференциальных уравнений движения. Оценка макроскопических характеристик статистической системы. |
|--|-------------------------------|--|

1.3. Программа дисциплины реализуется:
на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Прудников В.В., Вакилов А.Н., Прудников П.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования .Учебное пособие / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников .— Москва : Физматлит, 2009.— 223 с. — ЭБС «Библиокомплектатор»

Печатные издания

1. Самарский А.А., Михайлов А.П.. Математическое моделирование. - М., Физматлит, 2001. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов .— 2-е изд., испр. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001, 2002, 2005.— 320 с.
2. Владимиров В.С. , Жаринов В.В. Уравнения математической физики : учебник для студентов вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов .— Изд. 2-е, стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004.— 400 с.
3. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления : Учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / В.К. Романко.— М.; СПб.: Наука. Физ-матлит: Невский Диалект: Лаборатория Базовых Знаний, 2000, 2001, 2002.—344 с.
4. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учеб. пособие / С. В. Поршнев .— Изд. 2-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011.— 736 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

1. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib2.urfu.ru/rus/>
2. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|--|--|--|
| 1 | Лекции; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов | Аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, текущей и промежуточной аттестации, оснащённая мультимедийным оборудованием | Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование кристаллов и наноструктур

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|--------------------------------|--|------------------|---|
| 1 | Чернышев Владимир Артурович | кандидат физико- математических наук, доцент | доцент | кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля Моделирование кристаллов и наноструктур

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|---|---|
| 1 | Моделирование ab initio «из первых принципов» | Моделирование свойств кристаллов, основанное только на их химическом составе. Предсказание структуры и свойств из решения уравнений квантовой механики. Концепция самосогласованного поля. Основы вычислительных методов в квантовой химии. Уравнения Хартри и их прямые уточнения. Уравнения Хартри — Фока. |
| 2 | Моделирование зонной структуры и определение ширины запрещенной зоны | Основные предположения зонной теории. Волновая функция электрона в периодическом поле. Зоны Бриллюэна. Методы и модели расчета энергетической структуры кристаллов. Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники. |
| 3 | Компьютерное моделирование кристаллической структуры широкозонных диэлектриков, активированных редкоземельными ионами | Моделирование кристаллической структуры наноразмерных кластеров и одиночных примесных центров, образуемых редкоземельными ионами в различных структурах. Учет искажения кристаллической решетки вблизи примеси. Локальное окружение примесного иона. Вклад в кристаллическое поле. Оптический спектр. Компьютерное моделирование кристаллической структуры в рамках оболочечной модели и приближении парных межйонных потенциалов. Компьютерный расчет оптического спектра редкоземельного иона с учетом J-J смешивания. Ab initio расчет методами Хартри-Фока и функционала плотности (DFT) структуры и динамики решетки кристаллов-матриц некоторых соединений и их зонной структуры в программе CRYSTAL. |
| 4 | Моделирование новых материалов | Методы для перво-принципного моделирования с учетом влияния колебаний решетки и магнитных возбуждений. Теоретические методы для моделирования фазовой стабильности объемных материалов и наносистем. Моделирование тонких пленок, нанокластеров и квазикристаллов. Фазовые переходы, индуцированные температурой и давлением. |

1.3. Программа дисциплины реализуется:

на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Прошин В. И., Сидоров В. Г. Анализ результатов измерений в экспериментальной физике : учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2018– 172 с. – Режим доступа: ЭБС Лань.
2. Коваленко А.В., Узденова А.М., Ургенов М.Х., Никоненко В.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 : учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2017– 228 с. – Режим доступа: ЭБС Лань.

Печатные издания

2. Мощицкий, А. В. Решение инженерных задач в системе MATLAB : [учеб. пособие] / А. В. Мощицкий, В. С. Швыдкий, В. Я. Дзюзер ; под общ. ред. В. Я. Дзюзера .— Екатеринбург : АМБ, 2010 .— 388 с.
3. Исакова, Ольга Петровна. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета Origin : [учеб.-метод. пособие] / О. П. Исакова, Ю. Ю. Тарасевич, Ю. И. Юзюк .— Москва : ЛИБРОКОМ, 2009 .— 136 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

1. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib2.urfu.ru/rus/>
2. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|-------|--|--|--|
| 1 | Лекции; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов | Аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, текущей и промежуточной аттестации, оснащённая мультимедийным оборудованием | Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с |
|--|--|--|---|