

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
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1146960	Физика и технология материалов и компонентов электроники больших мощностей

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроника и наноэлектроника	Код ОП 1. 11.03.04/33.01
Направление подготовки 1. Электроника и наноэлектроника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.04

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Чолах Сеиф Османович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физика и технология материалов и компонентов электроники больших мощностей

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль посвящен изучению материалов и элементов электронной техники. Приведена подробная классификация материалов и требования к ним. Рассматриваются явления переноса, оптические и магнитные характеристики твердых тел разного типа: металлов, диэлектриков, полупроводников. Подробно рассматривается собственная и примесная проводимость полупроводников, генерация и рекомбинация носителей, электронно-дырочные переходы, вопросы спектроскопии атомов, молекул и конденсированных веществ. Уделяется внимание электротехническим материалам: магнитные материалы, проводниковые материалы, сверхпроводниковые материалы, полупроводниковые материалы, диэлектрики. Рассмотрены их свойства в низкочастотных и высокочастотных режимах эксплуатации. Приведена элементная база и конструкция некоторых электронных приборов.

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	Физика конденсированного состояния	4
2	Электрорадиоматериалы	4
3	Наноматериалы и нанотехнологии	4
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Дополнительные главы теоретической физики
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Мощная импульсная техника

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)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
<p>Нanomатериалы и нанотехнологии</p>	<p>ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий физической электроники</p>	<p>З-1 - Объяснять свойства основных электротехнических материалов</p> <p>З-2 - Сформулировать перспективные направления разработки материалов и элементов электронной техники и их использования для построения технических средств и устройств</p> <p>З-3 - Объяснять основы физики конденсированных сред, необходимые для решения задач инженерной практики в области конструирования электронных систем и современных устройств для обработки данных физического эксперимента основные вычислительные методы, используемые в математическом моделировании</p> <p>З-4 - Различать основные виды нанообъектов и наноматериалов, приборы и устройства, разрабатываемые на основе наноматериалов; принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений, физические и химические системы пониженной размерности, особенности энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний</p> <p>У-1 - Выбирать элементную базу при проектировании новых типов средств измерений или модернизации существующих типов</p> <p>У-2 - Применять на практике полученные знания физики конденсированного состояния для расчета и проектирования электрофизических установок</p> <p>У-3 - Прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов; ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур</p>

		<p>П-1 - Сделать вывод о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы</p> <p>П-2 - Умело сочетать знания физических процессов, происходящих в твердом теле и применения математического аппарата для анализа работы электронных устройств и количественной оценки ожидаемых результатов</p> <p>П-3 - Предлагать новые технологии, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и наноэлектроники</p>
<p>Физика конденсированного состояния</p>	<p>ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий физической электроники</p>	<p>З-1 - Объяснять свойства основных электротехнических материалов</p> <p>З-2 - Сформулировать перспективные направления разработки материалов и элементов электронной техники и их использования для построения технических средств и устройств</p> <p>З-3 - Объяснять основы физики конденсированных сред, необходимые для решения задач инженерной практики в области конструирования электронных систем и современных устройств для обработки данных физического эксперимента основные вычислительные методы, используемые в математическом моделировании</p> <p>З-4 - Различать основные виды нанообъектов и наноматериалов, приборы и устройства, разрабатываемые на основе наноматериалов; принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений, физические и химические системы пониженной размерности, особенности энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы</p>

		<p>развития данной фундаментальной области знаний</p> <p>У-1 - Выбирать элементную базу при проектировании новых типов средств измерений или модернизации существующих типов</p> <p>У-2 - Применять на практике полученные знания физики конденсированного состояния для расчета и проектирования электрофизических установок</p> <p>У-3 - Прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов; ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур</p> <p>П-1 - Сделать вывод о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы</p> <p>П-2 - Умело сочетать знания физических процессов, происходящих в твердом теле и применения математического аппарата для анализа работы электронных устройств и количественной оценки ожидаемых результатов</p>
<p>Электрорадиома териалы</p>	<p>ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий физической электроники</p>	<p>З-1 - Объяснять свойства основных электротехнических материалов</p> <p>З-2 - Сформулировать перспективные направления разработки материалов и элементов электронной техники и их использования для построения технических средств и устройств</p> <p>З-3 - Объяснять основы физики конденсированных сред, необходимые для решения задач инженерной практики в области конструирования электронных систем и современных устройств для обработки данных физического эксперимента основные вычислительные методы, используемые в математическом моделировании</p> <p>З-4 - Различать основные виды нанообъектов и наноматериалов, приборы и устройства, разрабатываемые на основе</p>

		<p>наноматериалов; принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений, физические и химические системы пониженной размерности, особенности энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний</p> <p>У-1 - Выбирать элементную базу при проектировании новых типов средств измерений или модернизации существующих типов</p> <p>У-2 - Применять на практике полученные знания физики конденсированного состояния для расчета и проектирования электрофизических установок</p> <p>У-3 - Прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов; ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур</p> <p>П-1 - Сделать вывод о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы</p> <p>П-2 - Умело сочетать знания физических процессов, происходящих в твердом теле и применения математического аппарата для анализа работы электронных устройств и количественной оценки ожидаемых результатов</p> <p>П-3 - Предлагать новые технологии, обеспечивающие повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и наноэлектроники</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика конденсированного состояния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Жидков Иван Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	Кафедра электрофизики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Жидков Иван Сергеевич, Доцент, электрофизики**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи, объем, содержание и порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами. Форма контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Основные закономерности строения кристаллов	Типы твердых тел. Пространственная решетка. Кристаллические системы или сингонии. Преобразование осей координат. Кристаллографические символы. Ячейка Вигнера-Зейтца. Решетки Браве. Обратная решетка. Кристаллографические проекции.
P3	Симметрия кристаллов	Геометрическая симметрия. Элементы симметрии континуума. Элементы симметрии дисконтинуума. Символ пространственной группы. Групповые представления кристаллографии.
P4	Элементы кристаллохимии	Предмет кристаллохимии. Типы химических связей в кристаллах. Основные понятия кристаллохимии. Координационные полиэдры (многогранники).
P5	Основные структурные типы	Определение структурного типа. Международные обозначения. Кристаллические решетки элементов. Структурные типы соединений с металлической связью. Структурные типы соединений с ионной связью.
P6	Дефекты кристаллического строения	Классификация дефектов. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Линейные дефекты в кристаллах. Плоские дефекты в кристаллических твердых телах.

		Равновесная концентрация дефектов по Шоттки. Равновесная концентрация дефектов по Френкелю. Влияние колебательной энтропии на равновесную концентрацию дефектов. Комплексы точечных дефектов. Комплексы «собственный дефект-примесь». Радиационные (неравновесные) дефекты, механизмы образования.
P7	Колебания в кристаллах	Колебания одноатомной цепочки. Колебания двухатомной цепочки. Дисперсионная зависимость. Спектр нормальных колебаний решётки. Распределение нормальных колебаний по частотам. Фононы.
P8	Теплоёмкость и теплопроводность	Теплоёмкость. Модель теплоёмкости Дебая. Модель теплоёмкость Эйнштейна. Закон Дюлонга-Пти. Тепловое расширение. Теплопроводность.
P9	Феноменологическая теория диффузии	Уравнение диффузии. Законы Фика. Движущая сила диффузии. Атомная теория диффузии дефектов. Диффузия с участием одиночных вакансий. Диффузия по междоузлиям. Краудинный механизм.
P10	Зонная теория твердых тел	Зонная теория твёрдых тел. Одноэлектронное приближение. Адиабатическое приближение. Функции Блоха. Свойства волнового вектора. Зоны Бриллюэна. Условия Борна-Кармана. Поверхность Ферми. Энергетический спектр электронов в кристалле. Закон дисперсии. Эффективная масса электрона. Влияние примеси на спектр.
P11	Электрические свойства твёрдых тел	Электропроводность металлов. Собственная проводимость полупроводников. Примесные полупроводники. Отступление от закона Ома. Диэлектрики.
P12	Магнитные свойства твёрдых тел	Магнетики. Петля гистерезиса. Частота Лармора. Природа парамагнетизма. Диамагнетизм. Ферромагнетизм. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферромагнитные домены.
P13	Оптические свойства твёрдых тел	Поглощение. Излучение света твёрдыми телами. Вынужденное излучение.
P14	Центры окраски в ионных кристаллах	Электронные центры окраски. Дырочные центры окраски. Примесные центры окраски. Люминесценция дефектов и примесных центров. Проявление дефектов в зонной схеме твердого тела, термостимулированная люминесценция.
P15	Физические свойства аморфных твёрдых тел	Ближний порядок. Электронный спектр аморфных твёрдых тел. Локализованные состояния. Применение аморфных полупроводников и диэлектриков. Аморфные металлы.
P16	Механические свойства твёрдых тел	Механическое напряжение. Истинные и условные напряжение. Деформация. Напряжение сдвига. Закон Гука для изотропных твёрдых тел.
P17	Заключение	Нерешенные проблемы в физике твердого тела. Дефекты и реальные кристаллы. Радиационная физика. Нанокластеры и нанокристаллы. Квазикристаллы. Молекулярные кристаллы.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий физической электроники	<p>З-3 - Объяснять основы физики конденсированных сред, необходимые для решения задач инженерной практики в области конструирования электронных систем и современных устройств для обработки данных физического эксперимента основные вычислительные методы, используемые в математическом моделировании</p> <p>У-2 - Применять на практике полученные знания физики конденсированного состояния для расчета и проектирования электрофизических установок</p> <p>П-2 - Умело сочетать знания физических процессов, происходящих в твердом теле и применения математического аппарата для анализа работы электронных</p>

				устройств и количественной оценки ожидаемых результатов
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Электронные ресурсы (издания)

1. Ашкрофт, Н., Н.; Физика твердого тела; Мир, Москва; 1979; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336> (Электронное издание)
2. Зегря, Г. Г.; Основы физики полупроводников : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68394> (Электронное издание)
3. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361> (Электронное издание)
4. Фейнман, Р., Р.; Фейнмановские лекции по физике; Мир, Москва; 1965; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492395> (Электронное издание)
5. , Леванюк, А. П.; Задачи и упражнения с ответами и решениями (Фейнмановские лекции по физике); Мир, Москва; 1969; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494779> (Электронное издание)
6. Гантмахер, В. Ф.; Электроны в неупорядоченных средах; Физматлит, Москва; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275472> (Электронное издание)
7. , Штольц, А. К., Курбатов, Л. В., Медведев, А. И., Стоцкий, В. М.; Определение параметров и ориентировки кристаллической решетки дифракционными методами : метод. указ. к лаб. работам по курсам "Атом. физика", "Физика твердого тела" и "Рентгенография металлов" для студентов дневной формы обучения физ.-техн. фак.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1590> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Фейнман, Фейнман Р., Фалев, Е. В., Носенко, В. А.; Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2009 (2 экз.)
2. Борисов, А. В., Мамаев, И. С.; Динамика твердого тела; Регулярная и хаотическая динамика, Москва; Ижевск; 2001 (3 экз.)
3. Егоров-Тисменко, Ю. К.; Кристаллография и кристаллохимия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология".; КДУ, Москва; 2010 (99 экз.)
4. Дикарева, Р. П.; Введение в кристаллофизику. Избранные вопросы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210104 (200100) "Микроэлектроника и твердотел. электроника".; НГТУ, Новосибирск; 2006 (1 экз.)
5. Осинцев, О. Е.; Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 150501 Материаловедение в машиностроении и 150601 Материаловедение и технология новых материалов, а также по образовательным программам магистров по направлению 150600 Материаловедение и технология новых материалов.; Машиностроение, Москва; 2014 (5 экз.)

6. Квасников, И. А.; Введение в теорию электропроводности и сверхпроводимости; URSS : ЛИБРОКОМ, Москва; 2010 (2 экз.)
7. Матухин, В. Л., Ермаков, В. Л.; Физика твердого тела : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (6 экз.)
8. Епифанов, Г. И.; Физика твердого тела : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
6. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет Аппарат для дефектоскопии и поиска вложений на базе компактного рентгеновского источника АРДП. Установка для магнитно-импульсного прессования нанопорошков. Установка для получения нанопорошков металлов, сплавов и их оксидов методом	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		электрического взрыва проволоки.	
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрорадиоматериалы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кухаренко Андрей Игоревич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра электрофизики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кухаренко Андрей Игоревич, Доцент, электрофизики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Терминология.
P2	Основные сведения о материалах электронной техники	Классификация материалов электронной техники. Методы получения материалов электронной техники. Механические, теплофизические, оптические и диффузионные свойства материалов электронной техники.
P3	Физические процессы в проводниках и их свойства	Удельное сопротивление металлов и сплавов, скин-эффект. Сопротивление тонких металлических плёнок, механические свойства металлов, теплопроводность металлов, тепловое расширение, термоэлектродвижущая сила.
P4	Проводниковые материалы	Металлы и сплавы с высокой проводимостью. Сверхпроводящие материалы. Металлы и сплавы с высоким удельным сопротивлением. Металлы и сплавы различного назначения.
P5	Физические процессы в полупроводниках и их свойства	Проводимость полупроводников. Проводимость полупроводников в сильных полях. Рекомбинация в полупроводниках. Оптические явления в полупроводниках.
P6	Полупроводниковые материалы	Кремний, германий и карбид кремния. Соединения A ^{III} B ^{VI} , A ^{III} B ^V , A ^{IV} B ^{VI} .

P7	Физические процессы в диэлектриках и их свойства	Поляризация диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.
P8	Пассивные диэлектрики	Полимеры. Композиционные порошковые пластмассы, электроизоляционные компаунды, неорганические стекла.
P9	Активные диэлектрики	Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики. Пирозэлектрики, электреты, жидкие кристаллы, материалы для твердотельных лазеров.
P10	Физические процессы в магнитных материалах и их свойства	Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа ферромагнитного состояния, процессы при намагничивании ферромагнетиков. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков, поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях. Особенности ферромагнетиков, доменные структуры в тонких магнитных пленках.
P11	Магнитные материалы	Классификация магнитных материалов, магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы, магнитные материалы специализированного назначения.
P12	Заключение	Перспективы развития методов получения новых электрорадиоматериалов. Проблемы, возможные пути развития.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий физической электроники	<p>З-1 - Объяснять свойства основных электротехнических материалов</p> <p>З-2 - Сформулировать перспективные направления разработки материалов и элементов электронной техники и их использования для построения технических средств и устройств</p> <p>П-1 - Сделать вывод о технологии</p>

				изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрорадиоматериалы

Электронные ресурсы (издания)

1. , Емлин, Р. В., Лопатин, В. В., Никулин, С. П., Чолах, С. О.; Фрактальная модель пробоя диэлектриков : Метод. указания к лаб. работам для студентов дневной формы обучения физ.-техн. фак.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1142> (Электронное издание)
2. , Кропотухин, С. Ю., Чолах, С. О., Лузгин, В. И.; Материаловедение. Материалы и элементы электронной техники : метод. указания к лаб. работам для студентов всех форм обучения всех специальностей физ.-техн. фак. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1616> (Электронное издание)
3. , Чолах, С. О., Кропотухин, С. Ю., Лузгин, В. И.; Материаловедение. Материалы и элементы электронной техники : метод. указания к лаб. работам для студентов всех специальностей физ.-техн. фак. Ч. 2. ; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1636> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сорокин, В. С.; Материалы и элементы электронной техники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров, магистров и специалистов 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 т. Т. 1. ; Академия, Москва; 2006 (12 экз.)
2. Кухаренко, А. И., Чолах, С. О., Бекетов, И. В.; Материалы и элементы электронной техники : учеб. пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (10 экз.)
3. Сорокин, В. С.; Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"; Лань, Санкт-Петербург; 2016 (1 экз.)
4. , Бородулин, В. Н., Воробьев, А. С., Матюнин, В. М., Филиков, В. А., Чепарин, В. П.; Электротехнические и конструкционные материалы : Учеб. пособие для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования, обучающихся по специальности 1806 "Техн. эксплуатация, обслуживание и ремонт электр. и электромехан. оборудования (по отраслям)"; Мастерство : Высшая школа, Москва; 2000 (1 экз.)
5. Колесов, С. Н., Колесов, И. С.; Материаловедение и технология конструкционных материалов :

учебник для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2007 (24 экз.)

6. Алиев, И. И.; Электротехнические материалы и изделия : справочник.; РадиоСофт, Москва; 2005 (68 экз.)

7. Пасынков, В. В., Сорокин, В. С.; Материалы электронной техники : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям электрон. техники.; Лань, Санкт-Петербург; 2001 (23 экз.)

8. Антипов, Б. Л., Сорокин, В. С., Терехов, В. А.; Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности электр. техники.; Лань, Санкт-Петербург; 2001 (7 экз.)

9. Петров, К. С.; Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 654200 - "Радиотехника" .; Питер, Москва ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.]; 2004 (18 экз.)

10. Гусева, М. Б., Дубинина, Е. М.; Физические основы твердотельной электроники : Учеб. пособие для физ. специальностей вузов.; МГУ, Москва; 1986 (14 экз.)

11. Спиридонов, О. П.; Физические основы твердотельной электроники : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. направлениям подгот. и специальностям.; Высшая школа, Москва; 2008 (10 экз.)

12. Никифоров, С. В., Мильман, И. И.; Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
6. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрорадиоматериалы

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Твердотельный наносекундный генератор S-5N.</p> <p>Осциллограф Tektronix TDS-680.</p> <p>Полупроводниковый прерыватель тока SOS-180-3.</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Наноматериалы и нанотехнологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кайгородов Антон Сергеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра электрофизики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кайгородов Антон Сергеевич, Доцент, электрофизики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Основные понятия и определения.
P2	Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий	Разновидности наноматериалов. Фундаментальные электронные явления в наноструктурах: квантовое ограничение, баллистический транспорт носителей заряда, туннельные эффекты, спиновые эффекты. Разновидности нанотехнологий. Области применения наноматериалов и нанотехнологий. История развития наноматериалов и нанотехнологий.
P3	Технологии получения наноматериалов и наноструктур	Процессы самоорганизации в нанотехнологиях. Зондовые технологии: атомная инженерия, локальное окисление металлов и полупроводников, локальное химическое осаждение из газовой фазы, лазерное наноманипулирование, ионная имплантация. Нанолитография: электронно-лучевая литография, нанопечать, сравнение нанолитографических методов.
P4	Нанокластеры и нанокристаллы	Нанокластеры: упорядоченные нанокластеры, неупорядоченные нанокластеры и нижний предел нанокристалличности. Нанокристаллы: неорганические нанокристаллы, органические нанокристаллы.

P5	<p>Полиморфизм углерода.</p> <p>Фуллерены: фуллерен C60 и его аналоги, заполненные фуллерены, фуллереновые аддукты, гетерофуллерены, фуллереноподобные нанокластеры, углеродные луковицы.</p> <p>Нанотрубки: углеродные нанотрубки, заполненные углеродные нанотрубки, неуглеродные нанотрубки.</p>	<p>Полиморфизм углерода.</p> <p>Фуллерены: фуллерен C60 и его аналоги, заполненные фуллерены, фуллереновые аддукты, гетерофуллерены, фуллереноподобные нанокластеры, углеродные луковицы.</p> <p>Нанотрубки: углеродные нанотрубки, заполненные углеродные нанотрубки, неуглеродные нанотрубки.</p>
P6	Графен и силицен	Графен: монослой графена, мультиграфен, соединения графена с металлами. Силицен.
P7	Молекулярные наноструктуры	Органические молекулы. Супермолекулы. Биомолекулы: нуклеиновые кислоты, белки, биомолекулярные комплексы.
P8	Функциональные и консолидированные наноматериалы	Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы. Нанокompозиты: матричные нанокompозиты, сверхрешетки. Нанопористые материалы: мембраны, цеолиты, пористый кремний, пористые диоксид кремния и оксид алюминия. Наноаэрогели.
P9	Нанопленки и нанопроволоки	Полупроводниковые нанопленки и нанопроволоки. Магнитные нанопленки и нанопроволоки. Алмазоподобные и керамические нанопленки. Металлические нанопроволоки.
P10	Наносuspензии, наноземульсии и наноаэрозоли	Наносuspензии. Наноземульсии. Наноаэрозоли.
P11	Заключение	Перспективы развития методов получения новых наноматериалов. Проблемы, возможные пути развития.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-11 - Способен осуществлять обслуживание и настройку оборудования для производства материалов и изделий	3-4 - Различать основные виды нанобъектов и наноматериалов, приборы и устройства, разрабатываемые на основе

		ой деятельности	физической электроники	<p>наноматериалов; принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово- размерных явлений, физические и химические системы пониженной размерности, особенности энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, основные научно- технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний</p> <p>У-3 - Прогнозировать устойчивость и физико- химические свойства нанообъектов и наноматериалов; ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур</p>
--	--	-----------------	---------------------------	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноматериалы и нанотехнологии

Электронные ресурсы (издания)

1. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)
2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
3. ; Наноматериалы: свойства и перспективные приложения : монография.; Издательство Научный мир, Москва; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468346> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Мазуренко, В. В., Руденко, А. Н., Мазуренко, В. Г., Чукин, А. В.; Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (1 экз.)
2. Рыжонков, Д. И., Левина, В. В., Дзидзигури, Э. Л.; Наноматериалы : учеб. пособие.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (6 экз.)
3. Котов, Ю. А.; Импульсные технологии и наноматериалы : избранные труды.; УрО РАН, Екатеринбург; 2013 (1 экз.)
4. , Мальцев, П. П.; Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сборник.; Техносфера, Москва; 2006 (8 экз.)
5. , Мальцев, П. П.; Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год : сборник.; Техносфера, Москва; 2008 (1 экз.)
6. Зацепин, Д. А., Чолах, С. О., Курмаев, Э. З.; Физические основы технологий микро- и нанoeлектроники : учебник для студентов специальности 210101 - Физ. электроника направления подгот. дипломиров. специалистов 654100 - Электроника и микроэлектроника.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (20 экз.)
7. Цао, Г., Ефимова, А. И., Каргов, С. И., Зайцев, В. Б.; Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение : [обзор материалов].; Научный мир, Москва; 2012 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

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. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
6. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноматериалы и нанотехнологии

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Установка для магнитно-импульсного прессования нанопорошков.</p> <p>Установка для получения нанопорошков металлов, сплавов и их оксидов методом электрического взрыва проволоки.</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется