

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2025 10:30:23
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА В НАНОИНЖЕНЕРИИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.03.02 НАНОИНЖЕНЕРИЯ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Нанотехнологии» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 11 разделов и 57 тем и направлена на изучение физических принципов использования наноматериалов и наноструктур.

Целью освоения дисциплины является получение знаний о базовых понятиях, физических принципах и явлениях, умений и навыков в проведении математической оценки в области физики твердого тела, для формирования представлений о физических принципах использования наноматериалов и наноструктур, применяемых в создании приборов на их основе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.1 Знает эффективные и безопасные технические средства и технологии в области нанотехнологии; ОПК-5.2 Умеет принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности;
ПК-1	Способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований	ПК-1.1 Знает базы данных для проведения информационного поиска по отдельным объектам исследований; ПК-1.2 Умеет проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований;
ПК-6	Способен определять этапы изготовления электромеханической системы, формировать перечни оборудования и последовательность необходимых для ее изготовления технологических модулей и операций	ПК-6.1 Знает основные этапы изготовления электромеханической системы; ПК-6.2 Владеет навыками формирования перечня оборудования и последовательности технологических модулей и операций для изготовления электромеханической системы;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	Основы военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности; Введение в нанотехнологии и микросистемную технику; Химия;	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская работа; Основы проектирования лазеров; Сопротивление материалов;
ПК-1	Способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований		Функциональные наноматериалы; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская работа;
ПК-6	Способен определять этапы изготовления электромеханической системы, формировать перечни оборудования и последовательность необходимых для ее изготовления технологических модулей и операций	Химия;	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная); <i>Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе**;</i> <i>Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров**;</i>

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
Контактная работа, ак.ч.	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72		72
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Модель атома	1.1	Модель атома Томпсона. Опыт Резерфорда.	ЛК
		1.2	Модель атома Бора. Постулаты Бора.	ЛК
		1.3	Понятие волны де Бройля.	ЛК
		1.4	Основы квантовой теории атома. Квантовые числа.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Основы корпускулярно-волновой теории	2.1	Корпускулярно-волновой дуализм света. Принцип Френеля-Гюйгенса. Опыт Юнга.	ЛК
		2.2	Внешний фотоэффект	ЛК, СЗ
		2.3	Гипотеза Луи де Бройля	ЛК, СЗ
		2.4	Эксперимент Дэвиссона — Джермера. Опыты Томсона и Тартаковского	ЛК
Раздел 3	Дифракция света на кристаллической решетке	3.1	Метод Лауэ	ЛК
		3.2	Дифракция Вульфа-Брэгга	ЛК, СЗ
Раздел 4	Основы кристаллографии	4.1	Причины самоорганизации атомов в твердом теле. Понятие кристалла и кристаллической структуры	ЛК
		4.2	Симметрия. Операции симметрии. Возможные в твердом теле элементы симметрии	ЛК, СЗ
		4.3	Классификация кристаллических структур твердых тел по признаку симметрии. Решетки Бравэ. Классы симметрии. Группы симметрии.	ЛК, СЗ
		4.4	Индексы Миллера	ЛК, СЗ
		4.5	Причины анизотропии физических свойств твердых тел	ЛК
Раздел 5	Типы химических связей	5.1	Металлическая химическая связь. Металлические кристаллы	ЛК
		5.2	Ковалентная химическая связь. Ковалентные или атомные кристаллы	ЛК
		5.3	Ионная химическая связь. Ионные кристаллы	ЛК
		5.4	Ван-дер-Вальсовая химическая связь. Молекулярные кристаллы	ЛК
Раздел 6	Дефекты кристаллической структуры	6.1	Классификация дефектов кристаллической структуры	ЛК
		6.2	Точечные дефекты	ЛК, СЗ
		6.3	Вакансии по Шоттки и Френкелю	ЛК, СЗ
		6.4	Диффузионные процессы внутри кристаллической решетки	ЛК, СЗ
		6.5	Одномерные дефекты. Дислокации. Виды дислокаций	ЛК, СЗ
		6.6	Двумерные дефекты	ЛК, СЗ
		6.7	Трехмерные дефекты	ЛК
		6.8	Влияние дефектов на свойства твердого тела	ЛК, СЗ
Раздел 7	Основы электрических свойств твердых тел	7.1	Классификация твердых тел по типу проводимости	ЛК
		7.2	Электрические свойства металлов. Классическая теория электропроводности. Теория Друде	ЛК, СЗ
		7.3	Электрические свойства полупроводников. Основы зонной теории. Электронно-дырочная проводимость полупроводников	ЛК, СЗ
		7.4	Собственные и примесные полупроводники. Типы и влияние примесей на электрические свойства полупроводников	ЛК, СЗ
		7.5	p-n переход. Полупроводниковый диод	ЛК, СЗ
		7.6	Виды и принцип работы полупроводниковых	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			транзисторов	
		7.7	Эффект Холла	ЛК, СЗ
		7.8	Скин-эффект	ЛК
		7.9	Ионная проводимость	ЛК
		7.10	Поляризуемость кристаллов во внешнем электрическом поле	ЛК, СЗ
Раздел 8	Основы оптических свойств кристаллов	8.1	Оптические свойства металлов. Понятие плазменной частоты	ЛК, СЗ
		8.2	Оптические свойства полупроводников	ЛК
		8.3	Внутренний фотоэффект	ЛК, СЗ
		8.4	Фоторезистор и фотодиод	ЛК, СЗ
		8.5	Оптические свойства диэлектриков. Центры окраски. Примесные центры окраски	ЛК
Раздел 9	Основы теории упругости	9.1	Оптические свойства металлов. Понятие плазменной частоты	ЛК, СЗ
		9.2	Оптические свойства полупроводников	ЛК
		9.3	Внутренний фотоэффект	ЛК, СЗ
		9.4	Фоторезистор и фотодиод	ЛК, СЗ
		9.5	Оптические свойства диэлектриков. Центры окраски. Примесные центры окраски	ЛК
Раздел 10	Основы теории упругости	10.1	Упругая и пластическая деформация твердых тел под действием внешних сил	ЛК
		10.2	Диаграмма растяжения-сжатия	ЛК, СЗ
		10.3	Причины пластической деформации. Роль дислокаций в пластической деформации	ЛК
		10.4	Механизмы движения дислокаций. Плоскости скольжения	ЛК
		10.5	Механические свойства металлической кристаллической решетки	ЛК, СЗ
		10.6	Механические свойства полупроводников и диэлектриков	ЛК, СЗ
Раздел 11	Теплопроводность и теплоперенос	11.1	Понятие фонона. Акустические и оптические фононы	ЛК, СЗ
		11.2	Роль фононов для описания теплоемкости твердых тел	ЛК, СЗ
		11.3	Уравнение теплопроводности. Закон Фурье	ЛК, СЗ
		11.4	Механизмы теплопроводности в металлах, полупроводниках и диэлектриках	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Савельев И. В. Курс физики. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 308 с. – 2024
2. Прудников В. В., Прудников П. В., Мамонова М. В. Квантово-статистическая теория твердых тел. – 448 с. – 2022

Дополнительная литература:

1. Матухин В. Л., Ермаков В. Л. Физика твердого тела. – 224 с. – 2022
2. Суворов Э. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО. – Litres, 2023

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля*:

1. Курс лекций по дисциплине «Основы физики твердого тела в нанотехнологиях».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Гостева Екатерина
Александровна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Макеев Мстислав
Олегович

Фамилия И.О.