

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.06.2023 01:03:31
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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

Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров

(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)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование необходимого объема знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции в области проектирования гетероструктурных лазеров, усвоение знаний и получение навыков по моделированию квантовых эффектов в наноразмерных структурах; приобретение навыков по моделированию гетероструктур.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров» 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)
УК-9	Способен к взаимодействию в условиях современной информационной культуры и цифровой экономики с учетом требований информационной безопасности, этических и правовых норм	УК-9.1 Обладает представлениями о принципах недискриминационного взаимодействия при коммуникации в различных сферах жизнедеятельности, с учетом социально-психологических особенностей лиц с ограниченными возможностями здоровья
		УК-9.2 Планирует и осуществляет профессиональную деятельность с лицами, имеющими инвалидность или ограниченные возможности здоровья
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 «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-9	Способен к	Правоведение	Научно-исследовательская

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	взаимодействию в условиях современной информационной культуры и цифровой экономики с учетом требований информационной безопасности, этических и правовых норм	Основы инженерной экономики и менеджмента Экологический менеджмент Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе	работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-6	Способен определять этапы изготовления электромеханической системы, формировать перечни оборудования и последовательность необходимых для ее изготовления технологических модулей и операций	Химия Основы физики твердого тела в наноинженерии Физические основы микро- и нанoeлектроники Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров» составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для ОЧНОЙ формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		7	8
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	68	68	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	34	34	
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	
Практические/семинарские занятия (СЗ)			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	76	76	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	36	36	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для ЗАОЧНОЙ формы обучения*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		7	8
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	12	12	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	6	6	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
Практические/семинарские занятия (СЗ)			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	159	159	

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		7	8
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9	9	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Введение. Средства моделирования	Тема 1.1. Введение. Особенности математического моделирования физических процессов в гетероструктурах. Средства моделирования. Тема 1.2. Рабочая среда MATLAB. Концепция ввода команд MATLAB. Переменные и выражения. Анализ и визуализация векторных данных (одномерных и многомерных массивов) Тема 1.3. Основные положения квантовомеханического моделирования. Волновые свойства носителей заряда, обуславливающие квантоворазмерные эффекты в объектах нанoeлектроники. Основные квантовомеханические принципы и положения. Операторный подход	ЛК, ЛР
Раздел 2. Вычисления и программирование в среде MATLAB	Тема 2.1. Автоматизация работы в командной строке с помощью скриптов. Логика и управление потоками. Визуализация матриц и изображений. Документирование функций Тема 2.2. Моделирование размерного квантования и квантоворазмерных структур на простейших примерах. Визуализация результатов применения аналитического метода Тема 2.3. Численные модели. Консервативная конечно-разностная схема, полученная интегро-интерполяционным методом. Метод FDTD Моделирование «real-time, real-space» в различных профилях потенциальной энергии	ЛК, ЛР
Раздел 3. Средства моделирования и основные подходы к моделированию гетероструктур	Тема 3.1. Современные тенденции развития электроники. Особенности компьютерного моделирования гетероструктур. Квантовые модели переноса заряда. Полупроводниковые гетероструктуры Тема 3.2. Открытые системы: «резервуары» и «устройство». Моделирование контактных областей	ЛК, ЛР
Раздел 4. Компьютерное моделирование физических процессов в гетероструктурах	Тема 4.1. Компьютерное моделирование физических процессов в кристаллах и квантоворазмерных структурах. Тема 4.2. Метод конечных разностей для решения уравнения Шредингера. Метод самосогласованного поля. Базисные функции как инструмент численных методов. Базисные функции как методология. Равновесная матрица плотности. Модельный гамильтониан. Квантовая и электростатическая емкость. Открытые системы. Локальная плотность состояний. Время жизни. Контакты (резервуары).	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Тема 4.3. Компьютерное моделирование физических процессов в кристаллах и наноструктурах. Тема 4.4. Когерентный транспорт. Матрица плотности. Функция пропускания. Некогерентный транспорт. Атомные переходы. Межзонные переходы в полупроводниках. Внутризонные переходы в полупроводниках.	

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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	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. Сирота А. А. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB. – БХВ-Петербург, 2017.
2. Трубочкина, Н. К. Нанозлектроника и схемотехника. В 2 ч. Ч. 1: учебник для академического бакалавриата: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям / Н. К. Трубочкина. – 3-е изд., испр.и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 269 с.
3. Нано- и биокompозиты : монография / под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 393 с. — (Нанотехнологии). — SBN 978-5-00101-727-1. - ISBN 978-5-00101-727-1.

Дополнительная литература

1. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур, Москва: Техносфера, 2011. – 168 с.
2. Москалюк В.А., Тимофеев В.И., Федяй Ф.В. Сверхбыстродействующие приборы электроники: Учеб.пособие – К.: НТУУ «КПИ», 2012.
3. Амос Гилат. MATLAB. Теория и практика. / Пер. с англ. Н.К.Смоленцев: ДМК Пресс.Изд-е 5-е. – 2016. – 416 с.
Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: https://e.lanbook.com/book/82814#book_name
4. Нанотехнология и микромеханика. Часть 5. Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе. В.Д.Шашурин, Н.А.Ветрова, Ю.А.Иванов и др: Учеб.пособие – М.: Изд-во МГТУ Н.Э.Баумана, 2012.
5. Computational Nanotechnology Modeling and Applications with MATLAB. Edited by Sarhan M.Musa. CRC Press, 2012 – 526 p.
6. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, Simpowersystems и Simulink. ДМК-Пресс, 2014. – 288 с.
7. Чернышёв С.Л. Моделирование и классификация наноструктур/ Изд.стереотип. – М.: URSS, 2015. – 216 с.
8. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем: учеб.пособие. – М.: Физматлит. 2013.
9. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 496 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/802/#1>
10. Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. Основы компьютерного моделирования наносистем: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 384с. <https://e.lanbook.com/reader/book/156/#10>
11. MATLAB Fundamentals. MLBE. MathWorks Inc, 2012. – 350 с.
12. Моделирование структуры и свойств наносистем / Звонарев С.В., Кортюв В.С., Штанг Т.В. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014.
13. Nanotechnology: understanding small systems. Ben Rogers, Jesse Adams, Sumita Pennathur. Third Edition. CRC Press. 2014.

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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 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 «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров».

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

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования гетероструктурных лазеров» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры нанотехнологий и
микросистемной техники

Должность, БУП



Подпись

Н.А. Ветрова

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
нанотехнологий и микросистемной
техники

Наименование БУП



Подпись

С.В. Попов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент кафедры нанотехнологий и
микросистемной техники

Должность, БУП



Подпись

М.О. Макеев

Фамилия И.О.