

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2026 17:24:09
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 НАНОСТРУКТУР И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ

(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

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 5 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 4 тем и направлена на изучение моделирования наноэлектронных систем.

Целью освоения дисциплины является формирование необходимого объема знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции в области наноструктур и систем на их основе, усвоение знаний и получение навыков по моделированию квантовых эффектов в наноразмерных структурах; приобретение навыков по моделированию наноэлектронных систем в составе наноэлектронного оборудования.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе» 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 использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	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 наноструктур и систем на их основе» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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 «Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе».

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 использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах	Экологический менеджмент; Деловая этика**; Политология**; Социология**;	Технологическая практика; Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Культурология**; Психология и педагогика;	
ПК-6	Способен определять этапы изготовления электромеханической системы, формировать перечни оборудования и последовательность необходимых для ее изготовления технологических модулей и операций	Физические основы микро- и нанoeлектроники; Основы физики твердого тела в нанотехнологии; Химия;	Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная);

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе» 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)
			5
Контактная работа, ак.ч	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	63		63
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	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	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение. Средства моделирования	1.1	Инструментарий и методологические основы моделирования наносистем	Введение. Особенности математического моделирования физических процессов в наноразмерных структурах, обуславливающих свойства объектов нанoeлектроники. Средства моделирования. Рабочая среда MATLAB. Концепция ввода команд MATLAB. Переменные и выражения. Анализ и визуализация векторных данных (одномерных и многомерных массивов). Основные положения квантовомеханического моделирования. Волновые свойства носителей заряда, обуславливающие квантоворазмерные эффекты в объектах нанoeлектроники. Основные квантовомеханические принципы и положения.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Вычисления и программирование в среде MATLAB	2.1	Алгоритмизация и программная реализация расчетов в инженерной среде	Автоматизация работы в командной строке с помощью скриптов. Логика и управление потоками. Визуализация матриц и изображений. Документирование функций. Моделирование размерного квантования в наноразмерных структурах на простейших примерах. Визуализация результатов применения аналитического метода. 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 квантоворазмерных полупроводниковых наноструктур	3.1	Принципы построения численных моделей для полупроводниковых нанообъектов	Современные тенденции развития электроники. Особенности компьютерного моделирования наноразмерных структур. Квантовые модели переноса заряда. Полупроводниковые наноструктуры. Открытые системы: «резервуары» и «устройство». Моделирование контактных областей.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Компьютерное моделирование физических процессов в квантоворазмерных наноструктурах	4.1	Виртуальное исследование физических явлений в структурах с квантовым ограничением	Компьютерное моделирование физических процессов в кристаллах и квантоворазмерных структурах. Метод конечных разностей для решения уравнения Шредингера. Метод самосопряженного 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). Когерентный транспорт. Матрица плотности. Входящие и исходящие потоки. Функция пропускания. Некогерентный транспорт. Атомные переходы. Межзонные переходы в полупроводниках. Внутризонные переходы в полупроводниках. От атома к транзистору, квантовый транспорт.	ЛК, ЛР

* - 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.	ПК с Matlab
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	ПК с Matlab
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.	ПК с Matlab

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ ПРИБОРОВ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ Ветрова Н.А., Попов С.В., Агасиева С.В., Пчелинцев К.П. учебное пособие / Москва, 2022
2. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 285 с.
3. Гончар И. И., Чушнякова М. В. Квантово-механическое моделирование наноструктур и фемто-структур: учеб. пособие. Лань. 2022. – 134 с.

Дополнительная литература:

1. Журнал «Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век».
2. С.Л.Чернышев Моделирование и классификация наноструктур. Либроком. – 2020. 216 с.

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 «Системы автоматизированного проектирования наноструктур и систем на их основе».

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

РАЗРАБОТЧИКИ

Доцент

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП

Заведующий кафедрой

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО

Доцент

Должность

Короннов А.А.

Фамилия И.О

Попов С.В.

Фамилия И.О

Макеев М.О.

Фамилия И.О