

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2025 10:12:00
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

ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В НАНОИНДУСТРИИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТО-, НАНО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологии программирования в наноиндустрии» входит в программу магистратуры «Новые материалы и технологии опто-, нано- и микроэлектроники» по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в 1, 2 семестрах 1 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 42 тем и направлена на изучение основных технологий программирования в области наноиндустрии.

Целью освоения дисциплины является освоение и применение современных физико-математических методов и методов искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, а также составление практических рекомендаций по использованию полученных результатов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии программирования в наноиндустрии» 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-7	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	УК-7.1 Знает основные цифровые технологии, методы поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации, применяемые в современных условиях цифровой экономики; УК-7.2 Умеет искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными; УК-7.3 Владеет современными цифровыми технологиями, методами оценки информации, ее достоверности, построения логических умозаключений на основании поступающих информации и данных;
ОПК-5	Способен использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.1 Знает основной инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов; ОПК-5.2 Умеет использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов нанотехнологий и микросистемной техники; ОПК-5.3 Владеет подходами для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов нанотехнологий и микросистемной техники;
ПК-3	Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области	ПК-3.1 Знаком с программным обеспечением для компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники; ПК-3.2 Умеет разрабатывать физические и математические модели в области нанотехнологий и микросистемной техники;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	нанотехнологии и микросистемной техники	ПК-3.3 Владеет навыками компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технологии программирования в наноиндустрии» 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 «Технологии программирования в наноиндустрии».

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-7	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных		Технологическая практика; Преддипломная практика;
ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов		Научно-исследовательская работа; Технологическая практика;
ПК-3	Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических		Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники		

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии программирования в наноиндустрии» составляет «8» зачетных единиц.

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)	
			1	2
Контактная работа, ак.ч.	87		36	51
Лекции (ЛК)	35		18	17
Лабораторные работы (ЛР)	52		18	34
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	174		108	66
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		0	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	288	144	144
	зач.ед.	8	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	Математическое введение. Вариационное исчисление как средство решения физических задач	1.1	Метод вариаций в задачах с неподвижными границами	ЛК, ЛР
		1.2	Вариация и ее свойства	ЛК, ЛР
		1.3	Уравнение Эйлера	ЛК, ЛР
		1.4	Функционалы, зависящие от производных первого и более высоких порядков	ЛК, ЛР
		1.5	Функционалы, зависящие от функций нескольких независимых переменных	ЛК, ЛР
		1.6	Вариационные задачи в параметрической форме	ЛК, ЛР
		1.7	Метод вариаций в задачах с подвижными границами	ЛК, ЛР
		1.8	Вариационные задачи на условный экстремум	ЛК, ЛР
		1.9	Изопериметрические задачи	ЛК, ЛР
		1.10	Прямые методы в вариационных задачах	ЛК, ЛР
		1.11	Конечно-разностный метод Эйлера	ЛК, ЛР
		1.12	Метод Рунге	ЛК, ЛР
		1.13	Метод Канторовича	ЛК, ЛР
Раздел 2	Вторичное квантование систем, состоящих из многих фермионов	2.1	Представление чисел заполнения для систем невзаимодействующих фермионов при малых энергиях	ЛК, ЛР
		2.2	Системы фермионов, взаимодействующих посредством парных сил	ЛК, ЛР
		2.3	Статистический оператор	ЛК, ЛР
		2.4	Матрица плотности	ЛК, ЛР
		2.5	Метод уравнений движения для полей частиц	ЛК, ЛР
		2.6	Уравнение Хартри-Фока	ЛК, ЛР
Раздел 3	Теория Томаса-Ферми	3.1	Связь электронной плотности с потенциалом	ЛК, ЛР
		3.2	Принцип минимума энергии и химический потенциал	ЛК, ЛР
		3.3	Свойства атомов и ионов	ЛК, ЛР
		3.4	Введение обменных эффектов	ЛК, ЛР
		3.5	Корреляция в рамках теории Томаса – Ферми	ЛК, ЛР
		3.6	Поправки на градиент плотности	ЛК, ЛР
		3.7	Экранирование зарядов в металлах и полупроводниках	ЛК, ЛР
		3.8	Теорема вириала и	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			масштабные соотношения в теории Томаса – Ферми	
Раздел 4	Основные положения метода функционалов плотности. Теорема Хоэнберга Кона	4.1	Теорема Хоэнберга-Кона	ЛК, ЛР
		4.2	Связь между множествами гамильтонианов и функций плотности	ЛК, ЛР
		4.3	Полная энергия основного состояния ферми-системы как функционал плотности частиц	ЛК, ЛР
		4.4	Средние значения физических величин как функционалы плотности	ЛК, ЛР
		4.5	Вариационный подход и самосогласованные уравнения	ЛК, ЛР
		4.6	Аппроксимации для обменно-корреляционной энергии	ЛК, ЛР
		4.7	Приближение локальной плотности	ЛК, ЛР
		4.8	Описание обменно-корреляционной энергии с помощью парной корреляционной функции	ЛК, ЛР
		4.9	Аппроксимации для функционала кинетической энергии	ЛК, ЛР
		4.10	Градиентное разложение для функционала кинетической энергии	ЛК, ЛР
		4.11	Теорема вириала и масштабные соотношения в методе функционалов плотности как критерии корректности полученных результатов	ЛК, ЛР
		4.12	Теория возмущений в методе функционалов плотности	ЛК, ЛР
		4.13	Линейный отклик системы на внешнее возмущение	ЛК, ЛР
		4.14	Ансамбли при ненулевой температуре	ЛК, ЛР
		4.15	Возбужденные состояния	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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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. Демьянов, Александр, Николай Евсеев, and Олег Динариев. Основы метода функционала плотности в гидродинамике. Litres, 2022
2. Zhu, Chaoyuan, ed. Time-Dependent Density Functional Theory: Nonadiabatic Molecular Dynamics. CRC Press, 2022

Дополнительная литература:

1. Барановский, В.И. Квантовая механика и квантовая химия: учебное пособие / В.И. Барановский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 428 с
2. Chen, Jianhua, Zhenghe Xu, and Ye Chen. "Electronic structure and surfaces of sulfide minerals." Density functional theory and applications (2020): 181-236

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 <https://mega.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 «Знаниум» <https://znanium.ru/>
 2. Базы данных и поисковые системы
 - Sage <https://journals.sagepub.com/>
 - Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
 - Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
 - Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>
- Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при

освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Технологии программирования в наноиндустрии».

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Карцев Алексей Иванович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Агасиева Светлана
Викторовна

Фамилия И.О.