

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.05.2024 11:44:39
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

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):

НАНОТЕХНОЛОГИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологии программирования в наноиндустрии» входит в программу магистратуры «Нанотехнологии» 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 инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | ОПК-5.1 Знает основной инструментарий 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 нанотехнологии и микросистемной техники; ПК-3.2 Умеет разрабатывать физические и математические модели в области нанотехнологии 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 nanoиндустрии» 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 nanoиндустрии».

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 | | 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; |
| 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 «6» 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 |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i> | 87 | | 36 | 51 |
| Лекции (ЛК) | 35 | | 18 | 17 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 52 | | 18 | 34 |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 0 | | 0 | 0 |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | 102 | | 36 | 66 |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 27 | | 0 | 27 |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 216 | 72 | 144 |
| | зач.ед. | 6 | 2 | 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 масштабные соотношения в теории Томаса – Ферми | ЛК, ЛР |
| 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 |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | | Вид учебной работы* |
|---------------|---------------------------------|---------------------------|---|---------------------|
| | | 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

<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 «Технологии программирования в наноиндустрии».

* - 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 «Технологии программирования в наноиндустрии» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Карцев Алексей Иванович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Агасиева Светлана

Викторовна

Фамилия И.О.