

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:12:57

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf7f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bca82b8d602

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **«Наноэлектроника»**

Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль): «Квантовые приборы и наноэлектроника», «Интегральная электроника и наноэлектроника»

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель изучения дисциплины - формирование научной основы для исследования и последующего использования уникальных свойств наноструктур в электронике.

Задачами курса служат:

- закрепление и выработка навыков творческого использования набора знаний по квантовой механике, статистической физике, электромагнетизму и физике твердого тела: объяснение основных физических принципов, лежащих в основе современной нано-электроники;
- овладение методами теоретического исследования электрического и спинового транспорта в наноструктурах, в первую очередь в полупроводниковых наногетероструктурах: знакомство с основными результатами и перспективными разработками, полученными при проектировании и создании функциональных элементов твердотельной наноэлектроники.

#### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Математический анализ; Физика. Электричество и магнетизм; Физика. Атомная физика и строение вещества; Теория вероятностей и математическая статистика, Дифференциальные уравнения, Квантовая механика, Статистическая физика, Квантовая статистика, Физические основы электроники, Физика конденсированного состояния.

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

##### **Модуль 1. Наноэлектроника.**

Инженерия зонной структуры. Полупроводниковые гетероструктуры. Метод огибающей.

Структуры с пониженной размерностью. Резонансное туннелирование и сверхрешетки, эпитаксиальные технологии.

Квантовый эффект Холла. Механизмы целочисленного квантового эффекта Холла. Дробный квантовый эффект Холла. Квантовый эффект Холла и топологические эффекты в физике конденсированного состояния.

Одноэлектроника. Кулоновская блокада туннелирования. Одноэлектронный транзистор и другие приборы на одноэлектронном туннелировании.

Cross-bar архитектура. 3D интегральные микросхемы. Мемристоры. Молекулярная электроника.

Солитоны. Носители спина без заряда, носители заряда без спина. Поляроны в полиацетилене. Фуллерены, графен и нанотрубки. Перспектива создания полевых транзисторов на основе графена и парадокс Клейна. Способы создания запрещенной зоны в графене.

Нанопотоника, наноплазмоника и нанооптика.

Перспективные направления – ДНК-компьютинг, квантовые интерференционные транзисторы. Квантовые эффекты в метрологии.

## **Модуль 2 Лабораторный практикум-1**

1. Влияние параметров потока реагентов на скорость молекулярно-лучевой эпитаксии с аммиачным источником азота.
2. Исследование механизмов формирования пленок в молекулярно-лучевой эпитаксии.
3. Измерение скорости травления и получение минимально возможного реза фокусированным ионным пучком в зависимости от исследуемого материала.
4. Получение максимального разрешения при сканировании в зависимости от основных параметров ионной микроскопии.

## **Модуль 3 Сверхпроводниковая электроника (для направленности (профиля) «Квантовые приборы и наноэлектроника»)**

Функционал и уравнения Гинзбурга-Ландау, выражение для критического магнитного поля, лондонской глубины проникновения и корреляционной длины через параметры функционала, условие квантования потока.

Микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера.

Джозефсоновские переходы и квантовая электродинамика, сверхпроводниковые кубиты, выражение для энергии зарядового, потокового и фазового кубитов.

## **Модуль 4 Лабораторный практикум-2 (для направленности (профиля) «Квантовые приборы и наноэлектроника»)**

1. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников. Экспериментальное изучение эффекта мейсснера и температурной зависимости сопротивления.
2. Изучение технологии изготовления пленок висмутовых высокотемпературных сверхпроводников на установке лазерного нанесения.

**Разработчик:**

Старший преподаватель каф. КФН



/ А. Е. Широков /