**Федеральное государственное бюджетное образовательное**

**учреждение высшего образования**

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины:

**Физические основы нано- и молекулярной электроники**

Уровень высшего образования:

**Специалитет**

Специальность:

**03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика**

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Физическая электроника

Форма обучения:

Очная

Москва 20\_\_\_

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика», утвержденным приказом МГУ от 21.12.2018 г. № 1780.

Год (годы) приема на обучение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Авторы–составители:**

1. к.ф.-м.н., Стрелецкий О.А., кафедра физической электроники физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой

Доктор физико-математических наук, профессор Черныш Владимир Савельевич, заведующий кафедрой физической электроники

**Аннотация к рабочей программе дисциплины**

В курсе рассматриваются особенности физики низкоразмерных структур и молекулярной электроники. Основной акцент уделяется физическим основам наноэлектроники, методам получения, оптическим и электрофизическим свойствам низкоразмерных структур. Подробно рассматривается разделы по физике квантовых точек, квантовых нитей и сверхрешеток. Отдельно уделяется внимание переходу от классической электроники к электронике на основе низкоразмерных материалов. Рассматриваются проблемы одноэлектроники и физики углеродных наноструктур. Приводятся примеры практической реализации систем на основе низкоразмерных структур.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Вариативная часть, дисциплина по выбору

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия**

Не установлены

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций** |
|  |  | Знать основные разделы физических основ нано- и молекулярной электроникиУметь применять фундаментальные знания в области нано- и молекулярной электроники для решения научно-исследовательских задачВладеть методами исследования в области нано- и молекулярной электроники для решения практических задач |

**4.** Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

**5.**Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),****Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего****(ак.ч.)** | **В том числе** | **Форма текущего контроля успеваемости, наименование** |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)*****Виды контактной работы, академические часы[[1]](#footnote-1)*** | **Самостоятельная работа обучающегося,****академические часы** |
| **Занятия лекционного типа (лекции)** | **Занятия семинарского типа** | **Всего** |
| **Семинары** | **Лабораторные занятия\*** | **Практические занятия\*** |
| **Введение** | **8** | **4** |  |  |  | **4** | **4** | ОпросКонтрольная работа |
| **Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности** | **12** | **6** |  |  |  | **6** | **6** | ОпросКонтрольная работа |
| **Транспортные процессы в низкоразмерных структурах** | **10** | **6** |  |  |  | **6** | **4** | ОпросКонтрольная работа |
| **Методы получения и свойства низкоразмерных структур** | **10** | **6** |  |  |  | **6** | **4** | ОпросКонтрольная работа |
| **Физические основы одноэлектроники** | **8** | **4** |  |  |  | **4** | **4** | ОпросКонтрольная работа |
| **Молекулярная и углеродная электроники** | **16** | **10** |  |  |  | **10** | **6** | ОпросКонтрольная работа |
| **Промежуточная аттестация – зачет** | **8** | **8[[2]](#footnote-2)** |  |
| **Итого**  | **72** |  | **36** |  |

\*Лабораторные занятия, практические занятия относятся к практической подготовке обучающихся.

**6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Типовые вопросы к промежуточной аттестации и опросу:

* Распределение плотности электронных состояний в квантовых проволоках и сверхрешетках
* Проводимость канала в случае баллистической проводимости
* Оптические свойства полупроводниковых и металлических квантовых точек

Типовые задачи к промежуточной аттестации и контрольной работе:

* Определите вид волновой функции и энергию частицы, находящейся в потенциальной яме с бесконечными стенками.
* Какая должна быть емкость конденсатора при одноэлектронном переходе для выполнения соотношения E >> kT при комнатной температуре?

6.2. Шкала и критерии оценивания

**7. Ресурсное обеспечение**

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

* Харрисон У. Электронная структура и свойства твердых тел. Москва: Мир, 1983, 381 с.
* Симон Ж., Андре Ж. Молекулярные полупроводники. Москва: Мир, 1988, 344 с.
* Херман М.А. Полупроводниковые сверхрешетки. Москва: Мир,1989,210 с.
* Плотников Г.С., Зайцев В.Б. Физические основы молекулярной электроники. Москва: Физический факультет МГУ, 2000, 164 с.
* Bloor D. // Polydiacetylenes. 1985. NATO ASI. Ser.E102. 1985
* Шик А.Я., Квантовые нити. // Соросовский образовательный журнал.1997. №5. С.87-92
* Кульбачинский В.А., Квантовые точки. // Соросовский образовательный журнал. 2001. №4. С.98-104
* Борисенко В. Е. Наноэлектроника: теория и практика - 2-е изд., перераб. и доп. - М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -366 с.
* Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридич В.А. «Основы наноэлектроники: учебное пособие», Москва, Университетская книга, Логос, Физматкнига, 2006
* Daniel J. Sandman (2010) Molecular Electronics from Principles to Practice, by Michael C. Petty, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 517:1, 183
* Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

**8. Язык преподавания:** русский

1. *Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий лекционного и(или) семинарского типа.* [↑](#footnote-ref-1)
2. *Часы на проведение промежуточной аттестации выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося* [↑](#footnote-ref-2)