

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

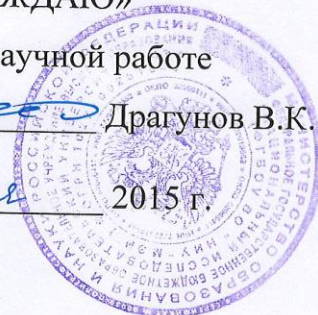
Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 01.04.13 Электрофизика,
электрофизические установки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Состояние и перспективы квантовой электроники»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.1

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 01.04.13 Электрофизика, электрофизические установки, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение новых принципов и перспективных направлений технического применения электрофизических и квантовых явлений.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных квантовых и электрических явлений, имеющих перспективы использования в технике;
- овладение методами математического описания и моделирования электрофизических и квантовых эффектов;
- изучение особенностей построения перспективных устройств наноэлектроники, энергетики; практического применения новых явлений и материалов.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способность проведения исследований электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной, приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);
- способность разрабатывать теоретические основы и техническую базу энергетики мощных импульсов, включая процессы коммутации больших импульсных токов, нагрев и взрыв проводников, системы электропитания электрофизических комплексов (ПК-5);

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основные модели, подходы к описанию и методы моделирования систем, использующих квантовые явления (УК-1);

уметь:

- анализировать критически и оценивать современные научные достижения в области технического применения квантовой механики и электрофизики (УК-1);
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития на основе анализа состояния и перспектив современных техники и технологий (УК-6);
- проводить исследования электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной, приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);
- разрабатывать теоретические основы и техническую базу энергетики мощных импульсов (ПК-5);

владеть:

- культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий, в области перспективных технологий, основанных на квантовых эффектах (ОПК-2);

– навыками организации работы исследовательского коллектива в профессиональной деятельности, в части обеспечения разностороннего рассмотрения перспектив современной техники (ОПК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в квантовую электродинамику

Границы применимости классической электродинамики. Основные принципы квантовой механики. Квантовые числа, законы сохранения. Волновая функция, уравнение Шредингера, уравнение Дирака. Наглядное описание процессов в квантовой электродинамике, диаграммы Фейнмана. Пример использования квантовой механики для объяснения свойств полупроводников в рамках зонной теории, определение концентрации носителей, описание р-п перехода. Туннельный эффект, его применение: туннельный пробой, туннельный диод.

Квантовые вычисления

Применение квантовых эффектов для создания вычислителей. Особенность представления информации в виде суперпозиции состояний квантовомеханической системы, кубит. Практическая реализация, применение спиновых волн, спинтроника. Проблемы практической реализации, достигнутые результаты, недостатки квантовых компьютеров на современном этапе развития.

Квантовая криптография

Генератор истинно случайных последовательностей на основе применения принципа неопределенности. Явление квантовой запутанности, схлопывание волновой функции. Возможность квантовой телепортации, состояние экспериментальных исследований. Принципы квантовой криптографии, использование запутанных состояний для обнаружения несанкционированного доступа. Практическая реализация с целью хранения и передачи конфиденциальной информации.

Перспективные материалы для электроники

Особенности различных аллотропных форм углерода, других химических элементов. Графитовые нанотрубки, их получение, свойства, примеры использования. Транзистор на графитовых нанотрубках. Фуллерен, получение, свойства, применение. Графен, его основные электрофизические и

теплофизические свойства, методы получения. Применение графена для создания полевых транзисторов. Особенности технологии производства интегральных схем с использованием графена. Перспективные применения графена в устройствах генерации мощных импульсов, накачки лазеров, в плазмотронах, в системах теплоотвода. Существующие ограничения на практическое применение графена, состояние исследований, перспективные разработки.

Источники излучения

Состояние и перспективы технологии мощных лазеров. Проблема обеспечения питания, накачки мощных импульсных лазеров. Системы генерации сверхкоротких (пикосекундных) сверхмощных импульсов. Лазеры на свободных электронах. Рентгеновские и гамма-лазеры: перспективы разработки и практического применения. Полупроводниковые лазеры, современные полупроводниковые материалы, органические полупроводники.

Научный поиск и организация исследований

Особенности организации научных исследований (НИР и ОКР) в рамках перспективных направлений, международное сотрудничество, кооперация. Научная литература: базы данных, базы знаний, статьи, монографии, патенты. Англоязычная литература, особенности терминологии.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Основные принципы квантовой механики. Квантовые числа, законы сохранения.
2. Волновая функция, уравнение Шредингера, уравнение Дирака.
3. Туннельный эффект, его применение: туннельный пробой, туннельный диод.
4. Особенность представления информации в виде суперпозиции состояний квантовомеханической системы, кубит.

5. Практическая реализация квантовых компьютеров, применение спиновых волн, спинтроника.
6. Явление квантовой запутанности, схлопывание волновой функции.
7. Принципы квантовой криптографии, использование запутанных состояний для обнаружения несанкционированного доступа.
8. Графитовые нанотрубки, их получение, свойства, примеры использования. Транзистор на графитовых нанотрубках.
9. Графен, его основные электрофизические и теплофизические свойства, методы получения. Применение графена для создания полевых транзисторов.
10. Состояние и перспективы технологии мощных лазеров. Проблема обеспечения питания, накачки мощных импульсных лазеров.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Фортон В. Е. Физика высоких плотностей энергии – М. : Физматлит, 2012 . – 712 с.
2. Фортон В. Е. Экстремальные состояния вещества – М. : Физматлит, 2009 . – 304 с.
3. Холево А. С. Квантовые системы, каналы, информация– М. : МЦНМО, 2010 . – 328 с.
4. Кайе Ф., Лафлам Р., Моска М. Введение в квантовые вычисления : пер. с англ. – М. : Регулярная и хаотическая динамика -2009 . – 360 с.
5. Нанoeлектроника: теория и практика / В. Е. Борисенко,[и др.] . – 2-е изд. перераб. и доп . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 . – 366 с.
6. Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов-2. Т. 2 : / В. М. Батенин, и др. ; Общ. ред. В. М. Батенин . – М. : Физматлит – 2011 . – 616 с.
7. Агравал Г. Применение нелинейной волоконной оптики : учебное пособие : пер. с англ.– СПб. : Лань, 2011 . – 592 с.
8. Айхлер Ю., Айхлер Г. И. Лазеры. Исполнение, управление, применение : пер. с нем. – М. : Техносфера, 2012 . – 496 с.

9. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения : П. Г. Крюков – Долгопрудный : Интеллект, 2012 . – 248 с.

Дополнительная литература:

10. Квантовая информация и квантовые вычисления. Т.1. : пер. с англ. / Д. Прескилл . – Ижевск : РХД ; М. : Ин-т компьют. исслед., -2008 . – 464 с.

11. Квантовая информация и квантовые вычисления. Т.2. : пер. с англ. / Д. Прескилл . – М. : РХД –2011 . – 312 с.

12. Губин С. П., Ткачев С. В. Графен и родственные наноформы углерода – М. : Эдиториал УРСС, 2012 . – 104 с.

13. Барыбин А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн -М.: Физматлит, 2007, 512 с.

14. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии -М.: Физматлит, 2009, 286 с.