**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
|  |

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

Уровень высшего образования

***Подготовка кадров высшей квалификации***

Направление подготовки

**11.06.01 – Электроника, радиотехника и системы связи**

Направленность образовательной программы

 **Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах (05.27.01)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

|  |
| --- |
| **Твердотельная электроника** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

•формирование у аспирантов понимания основных физических явлений, на которых основана современная твердотельная электроника;

•развитие навыков в экспериментальном определении и количественных оценках важнейших характеристик элементов твердотельной электроники.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Твердотельная электроника» входит в состав общепрофессиональных дисциплин понаправлению подготовки 11.06.01 – «Электроника, радиотехника системы связи», направленности подготовки 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Для усвоения курса необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин, как «Физика» (общий курс), «Фика конденсированного состояния», «Физика полупроводников» «Теоретические основы электоро- и радиотехники», «Основы технологии микро- и наносистем» в рамках бакалавриата и магистратуры по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Всестороннее овладение данной дисциплиной является необходимым условием для последующего изучения студентами таких дисциплин, как, «Наноэлектроника», «Спинтроника», «Оптоэлектроника»и т.п. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

 УК-6: Готовность реализовывать инновационные проекты в научных, образовательных организациях, учреждениях социальной сферы и в высокотехнологичных предприятиях.

 ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

 ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

 ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1 Полупроводниковые диоды

Тема 2 Биполярные транзисторы

Тема 3 Полевые транзисторы.

Тема 4. Полупроводниковые приборы на квантовых эффектах.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится экзамен, включающий в себя теоретические вопросы и задачи, а также отчеты по итогам выполнения лабораторных работ.

|  |
| --- |
| **Теория и расчёт твердотельных активных элементов** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Целями освоения дисциплины "Теория и расчёт твердотельных активных элементов " являются следующие.

•Изучение физических основ теории цепей, принципов построения составных схем из отдельных элементов, способов анализа активности, пассивности, устойчивости, абсолютной устойчивости квазилинейных аналоговых устройств.

•Формирование у аспирантов умений и навыков, необходимых для оптимизации схемотехники и конструкции приборов микро- и наноэлектроники.

•Получение углубленного профессионального образования по схемотехнике электронной компонентной базы, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области микро- и наноэлектроники.

•Выработка систематического подхода к анализу работы твердотельных устройств в линейном или квазилинейном режиме, характерном для аналоговой микросхемотехники.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина " Теория и расчёт твердотельных активных элементов " входит в состав общепрофессиональных дисциплин по направлению подготовки 11.06.01 – «Электроника, радиотехника системы связи», направленности подготовки 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Для усвоения курса " Теория и расчёт твердотельных активных элементов " необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин, как «Математический анализ», «Векторный и тензорный анализ», «Методы математической физики», «Теоретические основы электро- и радиотехники», «Физика полупроводников», «Схемотехника» (в рамках бакалавриата и магистратуры), а также«Физические основы твердотельной электроники и наноэлектроники».Всестороннее овладение данной дисциплиной является необходимым условием для последующего изучения студентами таких дисциплин, как«Проектирование и технология ЭКБ».

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-6: Готовность реализовывать инновационные проекты в научных, образовательных организациях, учреждениях социальной сферы и в высокотехнологичных предприятиях.

 ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

 ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

 ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1. Введение.

Тема 2. Применение преобразования Лапласа для анализа линейных схем.

Тема 3. Многополюсники

Тема 4. Преобразование трехполюсников

Тема 5. Свойства трехполюсников.

Тема 6. Примеры важныхтрехполюсников.

Тема 7. Общие свойства электрических цепей.

Тема 8. Обратная связь, генераторы

Тема 9. Основные классы линейных интегральных схем

В рамках данного курса выполняется цикл практических занятий по соответствующим разделам дисциплины.

**Формы промежуточного контроля.**

Самостоятельная работа студентов включает в себя активное изучение лекционного материала вместе с соответствующими разделами учебных пособий и навыками практических занятий.

Оценочными средствами для контроля текущей успеваемости являются текущие оценки в ходе регулярной и равномерной для каждой группы студентов работы на практических занятиях и индивидуальную оценку после выполнения всего цикла практических занятий.

|  |
| --- |
| **Электроника СВЧ** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Целями освоения дисциплины (модуля) Электроника СВЧ являются:

•Формирование базовых знаний в области СВЧ-электроники, понимание практической значимости и особенностей передачи сигнала в данном диапазоне.

•Изучение основных физических принципов работы и технологии изготовления современных электронных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ-диапазона;

•Освоение методов расчета и определения важнейших параметров СВЧ-приборов, линий передачи СВЧ-сигналов и интегральных схем.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Электроника СВЧ» входит в состав вариативной части профессионального цикла в качестве дисциплины по выбору по направлению подготовки 11.06.01 – «Электроника, радиотехника системы связи», направленности подготовки 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Для усвоения курса необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин, как «Физика» (общий курс), «Электродинамика», «Математическая физика», «Теоретические основы электро- и радиотехники» (бакалавриат и магистратура по направлению «Электроника и наноэлектроника). Всестороннее овладение данной дисциплиной является является необходимым условием для последующего изучения аспирантами таких дисциплин, как «Проектирование и технология ЭКБ» и т.п., важным элементом профессиональной подготовки аспирантов по данной направленности.

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документированияэкспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

 ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1. Введение. Особенности конструирования приборов и схем СВЧ электроники.

Тема 2. Основы вакуумной СВЧ электроники.

Тема 3. Основные приборы вакуумной СВЧ электроники. Усилители и генераторы СВЧ.

Тема 4. Волноводные передающие линии в СВЧ диапазоне.

Тема 5. Фильтры, фазовращатели, циркуляторы СВЧ.

Тема 6. Основы твердотельной СВЧ электроники.

Тема 7. Полосковые и микрополосковые передающие линии. Создание интегральных схем.

Тема 8. СВЧ электроника на основе гетероструктур. Транзисторы с высокой подвижностью.

Тема 9. Квантовая СВЧ электроника.

Тема 10. Элементы СВЧ тракта. Антенны.

В рамках данного курса выполняется курсовая работа по одному из актуальных вопросов конденсированного состояния, которая заканчивается письменной работой (отчетом) и представлением презентации.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя теоретические вопросы и задачи, а также отчеты по итогам выполнения лабораторных работ.

|  |
| --- |
| **Наноэлектроника** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Целями освоения дисциплины "Наноэлектроника" являются следующие.

•Изучение физических основ элементов и приборов наноэлектроники, принципов их построения, механизмов токопереноса, физических и технологических ограничений пределов уменьшения размеров, возможности увеличения частотного предела быстродействия.

•Формирование у студентов умений и навыков, необходимых для оптимизации физических процессов и конструкции приборов наноэлектроники.

•Получение углубленного профессионального образования по физике и идеологии электронной компонентной базы, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области микро- и наноэлектроники.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина " Наноэлектроника» входит в состав вариативной части профессионального цикла в качестве дисциплины по выбору по направлению подготовки 11.06.01 – «Электроника, радиотехника системы связи», направленности подготовки 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Для усвоения курса " Наноэлектроника" необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин, как "Физика конденсированного состояния", "Физика полупроводников", "Материалы электронной техники" (бакалавриат и магистратура по направлению «Электроника и наноэлектроника». Всестороннее овладение данной дисциплиной является необходимым условием для последующего изучения аспирантами таких дисциплин, как «Проектирование и технология ЭКБ» и т.п., важным элементом профессиональной подготовки аспирантов по данной направленности.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единицы, всего 108\_часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

ПК-5: способность методически грамотно излагать материал учебных дисциплин (разделов электроники, радиотехника и системы связи) в соответствии с утвержденной учебно-методической документацией, строить план лекции (семинара, практического занятия), применять и разрабатывать современные образовательные комплексы, методики и технологии.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1. Введение. Основные параметры качества и тенденции развития элементов наноэлектроники.

Тема 2. Параметры быстродействия, усиления, энергии переключения транзисторов.

Тема 3. Принципиальные физические и технологические ограничения.

Тема 4. Гетероструктурные транзисторы.

Тема 5. Аналоговые транзисторы.

Тема 6. Транзисторы на квантовых эффектах.

Тема 7. Одноэлектроника.

Тема 8. Углеродные нанотрубки.

Тема 9. Спинтроника.

Тема 10. Электроника на основе эффекта Джозефсона.

В рамках данного курса выполняется цикл лабораторных работ по соответствующим разделам дисциплины.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя теоретические вопросы и задачи, а также отчеты по итогам выполнения лабораторных работ.

|  |
| --- |
| **Проблемы повышения радиационной стойкости ЭКБ.** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

 Дать основные сведения о проблемах проектирования специальной радиационно-стойкой микроэлектронной компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры, работающей в условиях воздействия импульсных, стационарных ионизирующих излучений, а также факторов космического пространства. Рассматриваются радиационные эффекты в больших интегральных микросхемах современных технологий КМОП/КНД, расчётные и экспериментальные методы подтверждения их радиационной стойкости, моделирующие установки и автоматизированные аппаратно-программные комплексы для получения экспериментальных данных в условиях сильных электромагнитных помех.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта. Данная дисциплина логически и содержательно-методически связана с другими учебными курсами по данной направленности: «Твердотельная электроника», «СВЧ-электроника» и т.п.

Для освоения материала необходимы знания, навыки и умения, которые формируются в рамках учебных программ по направлениям «Электроника и наноэлектроника», а также «Физика» предшествующими дисциплинами (баклавриат и магистратура): атомная и ядерная физика, физика конденсированного состояния, физика полупроводников, квантовая теория твердого тела, физические основы электроники, основы технологии электронной компонентной базы.

Освоение данной дисциплины необходимо для профессиональной подготовки аспирантов по данной специальности, а также для их научно-исследовательской работы.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единицы, всего 108\_часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: Способность понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в областях твердотельной электроники, радиокомпонентов, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1. Виды ИИ, методы моделирования и имитации

Тема 2. Взаимодействие ИИИ с ПП структурами и материалами ЭТ. Эффекты смещения и ионизации.

Тема 3. Эффекты полной поглощённой дозы (TID) в современных КМОП технологиях.

Тема 4 Релаксационные процессы в твёрдотельных полупроводниковых приборах при воздействии импульсного ионизирующего излучения.

Тема 5. Обеспечение стойкости ЭКБ к воздействию факторов космического пространства.

Тема 6. Расчётные оценки радиационной стойкости ЭКБ.Перенос электрического заряда в структурах МОП.

Тема 7. Методические основы экспериментальных методов подтверждения радиационной стойкости ЭКБ.

Тема 8. Дозиметрия ионизи-рующих излучений.

Тема 9. Проблемы обеспечения высоких сроков активного существования радиоэлектронной аппара-туры космических аппаратов в условиях воздействия естественных ионизирующих излучений космического пространства.

Тема 10. Современная система оценки и контроля радиационной стойкости изделий микроэлектроники иностранного производства и опыт её реализации.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя теоретические вопросы и расчетные задания.

|  |
| --- |
| **Программная среда LabView в научных исследованиях** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

На базе программной среды LabView сформировать навыки автоматизации электро-физических измерений, автоматизированного управления процессами приема, обработки и передачи сигналов.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта.

Данная дисциплина логически и методически связана с учебными программами бакалавриата и магистратуры по направлениям «Электроника и наноэлектроника», а также «Нанотехнология и микросистемная техника», «Физика» идля освоения материала необходимы знания, навыки и умения, которые формируются в рамках учебных программ по этим направлениям предшествующими дисциплинами: информационные технологии, физические основы электроники, основы технологии электронной компонентной базы, физические основы наноэлектроники.

Освоение данной дисциплины необходимо для профессиональной подготовки аспирантов по данной специальности», а также для их научно-исследовательской работы.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единицы, всего 108\_часов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: Способность понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в областях твердотельной электроники, радиокомпонентов, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Тема 1. Введение в LabVIEW. Понятие виртуальных приборов.

Тема 2. Основы измерений. Сбор данных. Потоки данных.

Тема 3. Стандартные методы и образцы проектирования (примеры программ в среде LabVIEW).

Тема 4. Создание и самостоятельное использование программных приложений.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя представление оригинальной действующей программы в средеLabVIEW автоматизированных электрофизических или радиоизмерений.

|  |
| --- |
| **Методы обработки информации** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Содержание дисциплины направлено на введение в современные методы обработки экспериментальных данных для научных и практических приложений.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта.Навыки и умения, полученные при освоении дисциплины используются в практической исследовательской работе.

При изучении дисциплины необходимо знание теории вероятности. В результате изучения дисциплины приобретаются знания и умения обработки экспериментальны данных.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единицы, всего 108\_часов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: Способность понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в областях твердотельной электроники, радиокомпонентов, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Тема 1 Введение. Понятие информации.

Тема 2. Статистическая обработка экспериментальных данных.

Тема 3. Метод наименьших квадратов.

Тема 4. Анализ динамических процессов.

Тема 5. Некорректные задачи.

Тема 6. Экспертные оценки и экспертные системы.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя теоретические вопросы и расчетные задания.

|  |
| --- |
| **Современные проблемы спинтроники** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Дать аспирантам основные понятия и представления о спинтронике - новом быстроразвивающемся направлении науки и техники, находящемся на стыке микроэлектроники, оптоэлектроники и магнетизма. Здесь ставится задача показать, что в приборах спинтроники для достижения более высоких характеристик процесса обработки информации по сравнению с традиционнйэлектроникой возможно использовать спиновую степень свободы электрона.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта.

Для усвоения данного курса необходимы базовые знания по модулям (дисциплинам) «Теоретическая физика», «Атомная физика», «Физика конденсированного состояния», «Физика полупроводников», «Физика низкоразмерных систем», «Твердотельная электроника», относящимся к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы бакалавриата и магистратуры по направлениям «Электроника и наноэлектроника», а также «Физика».

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Спинтроника», необходимы для научно-исследовательской работы аспирантов.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единицы, всего 108\_часов.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: Способность понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в областях твердотельной электроники, радиокомпонентов, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Тема 1. Понятие спина электрона. Эффекты с участием спина.

Тема 2. Магнетизм атомов.

Тема 3. Магнитные характеристики материалов. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики.

Тема 4.Разбавленные магнитные полупроводники. Магнетизм наночастиц.

Тема 5. Аномальный и спиновый эффекты Холла.

Тема 6. Оптическая ориентация.

Тема 7.Спиновая инжекция.

Тема 8. Спиновый клапан.

Тема 9.Приборы спинтроники (спиновые транзистор, светодиод.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится зачет, включающий в себя теоретические вопросы и расчетные задания.

|  |
| --- |
| **Проектирование и технология ЭКБ** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Дисциплина имеет цельюосвоение аспирантами современных методов и средств проектирования и моделирования микро- и нано структур изделий электронной компонентной базы на основе систем автоматизированного проектирования (САПР) с учетом современных технологий твердотельной электроники.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта. Данная дисциплина логически и содержательно-методически связана с другими учебными курсами по данной направленности: «Твердотельная электроника», «СВЧ-электроника» и т.п.

Для освоения материала необходимы знания, навыки и умения, которые формируются в рамках учебных программ по направлениям «Электроника и наноэлектроника», а также «Нанотехнология и микросистемная техника», «Физика» предшествующими дисциплинами (баклавриат и магистратура).

Освоение данной дисциплины необходимо для профессиональной подготовки аспирантов по данной специальности, а также для их научно-исследовательской работы.

Объем дисциплины (модуля) составляет \_2\_ зачетных единицы, всего 72\_часа.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-6: Готовность реализовывать инновационные проекты в научных, образовательных организациях, учреждениях социальной сферы и в высокотехнологичных предприятиях.

 ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

 ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-3: Готовность подготовить и провести физический эксперимент в области физики твердотельных материалов и физики наноструктур, осуществить обработку и анализ его результатов с использованием современных методов документирования экспериментальных данных и методов численного моделирования физических и технологических процессов.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Основные темы:

Тема 1.Введение в предмет «Проектирование и технология ЭКБ**»**

Тема 2. Физико-технологическое моделирование.

Тема 3. Физико-топологическое моделирование.

Тема 4.Схемотехническое проектирование.

Тема 5. Функционально-логическое проектирование.

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится экзамен, включающий в себя теоретические вопросы и расчетные задания.

|  |
| --- |
| **Современные численные методы в физике наноструктур** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Цель освоения дисциплины (модуля).**

Цель курса - изучения современных аналитических и численных методик моделирования электронных состояний в наномасштабных кристаллах (квантовых ямах, квантовых проволоках, квантовых точках и т.д.), предназначенных для создания оптоэлектронных устройств нового поколения.

Задачи курса:

* Развитие "квантовой интуиции", позволяющей аспиранту системно мыслить на языке волновой функции и матрицы плотности.
* Освоение стандартных методик расчета квантовых систем. Обучение навыкам и технологиям разработки оригинальные численных методик расчета квантовых электронных приборов.
* Практическое применение изученных численных методик (на основе выполнения проектных заданий) для разработки пакетов программ расчета оптоэлектронных устройств.

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Данная дисциплина относится к группе профессиональных дисциплин по выбору аспиранта. Данная дисциплина логически и содержательно-методически связана с другими учебными курсами по данной направленности.

Для освоения материала необходимы знания, навыки и умения, которые формируются в рамках учебных программ по направлениям «Электроника и наноэлектроника», а также «Нанотехнология и микросистемная техника», «Физика» предшествующими дисциплинами (баклавриат и магистратура).

Освоение данной дисциплины необходимо для профессиональной подготовки аспирантов по данной специальности, а также для их научно-исследовательской работы.

Трудоемкость - 2 ЗЕТ, 72 часа.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: Способность понимать, критически оценивать, анализировать, применять базовую информацию, современную научную, техническую и патентную литературу и пополнять научные знания в областях твердотельной электроники, радиокомпонентов, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах

ПК-2: Способностью осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие методики выращивания и исследования свойств твердотельных материалов и структур на их основе.

ПК-4: Способность разрабатывать новые модели физических процессов в области физики и электроники твердотельных материалов, которые могут быть положены в основу новых технологических процессов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах.

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

1. Дискретное уравнение Шредингера (проведение параллелей между непрерывным и дискретным подходом на основе базовых задач квантовой механики).

2. Расчет собственных функций и собственных значений.

3. Задача рассеяния.

4. Квантовая динамика.

5. Применение развитых методов для моделирование конкретных структур (квантовых точек, квантовых ям, квантовых проволок).

**Формы промежуточного контроля.**

Для прохождения аттестации проводится экзамен, включающий в себя теоретические вопросы и расчетные задания.