

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИН

Направление подготовки– **«11.04.04. Электроника и наноэлектроника»**

Магистерская программа- **«Квантовая и оптическая электроника»**

Год начала подготовки: 2024г.

№	Наименование дисциплины	Краткое описание	Код компетенции, код индикатора достижения компетенции
Б1.О.01	Методы математического моделирования	На сегодняшний день в теоретических расчетах современной физики встречаются много расчетов, которые можно проводить только с помощью специальных численных средств. Одним из таких мощных систем является продукция фирмы Wolfram Research Inc. Mathematica. Это программа позволяет делать не только численные вычисления, но и аналитические расчеты. Важной составляющей программы является также возможность визуализации физических процессов. Предлагаемый курс посвящен изучению программы Mathematica (версии 5.1/5.2/6/7/8) и ее использованию при решении различных физических задач. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:	УК-1, УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		Компьютерные технологии в физике; Квантовые наноструктуры во внешних полях; Квантоворазмерные структуры наноэлектроники. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны знать Стандартные языки программирования: Pascal, C, C++	
Б1.О.02	Компьютерные технологии в физике	Введение. Базовые свойства документа. Математика в LATEX. Рисунки. Таблицы. Счетчики и макрокоманды. Оформление документа. Работа с библиографией. Работа с графикой. Оформление презентаций. Базовые средства численного анализа в программе Origin. Составление научных графиков в программе Origin. Компьютерная верстка давно стала неотъемлимой частью издательской деятельности. Развитие систем на базе TeXa привело к тому, что они де-факто стали стандартом в издательстве научно-технической литературы, с одной стороны позволяя быстро и качественно подготавливать к печати тексты с большим количеством формул, таблиц и схем, а с другой – облегчая и ускоряя процесс сотрудничества с издательством. Предлагаемый курс посвящен изучению системы разметки и программирования LaTeX и программного обеспечения для численного анализа и научной графики Origin (версии 2019). Цель преподавания дисциплин: Целью курса является формирование у обучающихся представлений об основных принципах работы издательских систем; знакомство студентов с основными терминами и параметрами	УК-4, ОПК-3, ПК-1, ПК-2; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

		типографской верстки; овладение навыками набора структурированного текста; изучение технических приемов для набора сложных математических формул; численный анализ большого набора данных, составление научных графиков. Учебная задача: Задачи курса состоят в изложении базовых средств типографской системы TeX, ознакомлении базовых методов обработки экспериментальных данных в программе Origin. Основные методы проведения занятий, лекции, практические занятия. Список литературы: содержит 3 наименований книг. Введение. Базовые свойства документа. Математика в LATEX. Рисунки. Таблицы. Счетчики и макрокоманды. Оформление документа. Работа с библиографией. Работа с графикой. Оформление презентаций. Базовые средства численного анализа в программе Origin. Составление научных графиков в программе Origin. Взаимосвязь с другими дисциплинами: Методы математического моделирования; Статистический анализ данных Требования к исходным уровням знаний и умений студентов Знать: Основы программирования Уметь: Программировать на любом текстовом редакторе Владеть: Основами информатики. Стандартные языки программирования.	
--	--	---	--

Б1.О.03	Иностранный язык в профессиональной сфере	Программа предполагает развитие навыков чтения, говорения, аудирования и письма на продвинутом уровне (advanced level). Основной целью программы является обучение студентов различным видам речевой деятельности (РД): аудирование, чтение, говорение и письмо, в процессе приобретения языковой компетенции уровня Б-2. Устные темы и упражнения ставят своей целью развитие у студентов навыков устной речи, повторение и закрепление лексики и основные явления грамматики. Программа расположена с учетом нарастающих языковых трудностей. К каждому материалу даются слова-термины с транскрипцией, так как произношение этих слов становится все труднее. Устные темы развивают умения объясняться в профессиональной сфере и ознакомиться с основами профессиональной лексики. Студент должен говорить достаточно быстро и спонтанно, чтобы постоянно общаться с носителями языка без особых затруднений для любой из сторон. Он должен делать четкие, подробные сообщения на различные темы и изложить свой взгляд на основную проблему, показать преимущество и недостатки разных мнений Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Практический курс английского языка Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны обладать языковыми компетенциями уровня А-2, Б-1	УК-2, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ПК-1, ПК-5, УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3
---------	---	---	--

Б1.О.04	Прикладная квантовая физика	Цель дисциплины "Прикладная квантовая физика" заключается в изучении основ квантовой физики и её применения в практических областях. Студенты познакомятся с квантовыми принципами, волновой природой частиц, уравнением Шрёдингера и матрица плотности, а также практические применения, включая квантовые компьютеры, криптографию и квантовую оптику. Студенты будут изучать квантовые явления, такие как энтанглментация и квантовая интерференция. Основной акцент делается на развитии научного мышления и критического анализа результатов экспериментов. Цель заключается в подготовке студентов к применению квантовых принципов для решения реальных проблем и внедрения квантовых технологий в различные отрасли науки и промышленности. Основные дидактические единицы (разделы). -работа в Python(interpolation, FFT, ODE, PDE, visualization,) -решения дифференциального уравнения Шредингера для многоуровневых систем;	УК-1, ОПК-2, ПК-3, ПК-4; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
---------	-----------------------------	--	--

		- Двух-, трех – уровневая система - optical pumping, STIRAP, EIT, SCRAP.	
Б1.О.05	Физика гетеропереходов	В курсе излагаются основы зонной теории гетеропереходов, модели зонной диаграммы идеального и неидеального гетеропереходов, вычисляются параметры гетеропереходов, излагаются механизмы прохождения тока, рассматриваются плавные гетеропереходы и переходы металл-полупроводник, их фотоэлектрические свойства, применение гетеропереходов и структур на их основе для создания преобразователей излучения, светоизлучающих диодов, транзисторов и т.д. Цель преподавания дисциплины: ознакомление студентов с физическими процессами, происходящими в контакте двух разнородных полупроводников и с возможностями их применения в электронике. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Физика конденсированного состояния, кристаллография, Физика полупроводниковых приборов Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения данной дисциплины у студентов должна быть устойчивая база знаний изученных на предыдущем курсе дисциплин: Физика твердого тела, кристаллография, твердотельная электроника	УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
Б1.О.06	Физические основы молекулярной электроники	Предмет «Физические основы молекулярной электроники» имеет своей целью дать студентам знания и навыки в области электронного строения молекулярных материалов, основанные на современных представлениях об их физических и	УК-1, ОПК-1, ПК-1; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		химических свойствах. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Квантовые наноструктуры во внешних полях Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны знать курс общей физики, Основы теоретической физики, физика полупроводников, Микроэлектроника	
Б1.В.01	Статистический анализ данных	Курс знакомит студентов с основными задачами и методами статистики анализа данных. Цели курса – связать теорию и практику, научить студентов «видеть» статистические задачи в различных предметных областях и правильно применять современные методы прикладной статистики, показать на примерах возможности и ограничения статистических методов. Курс имеет методологическую направленность и не содержит доказательств теорем. Каждый метод описывается по единой схеме: постановка задачи; примеры прикладных задач из области физики и техники, биологии, медицины, производства; базовые предположения и границы применимости; описание метода (для методов проверки статистических гипотез: нулевая гипотеза и альтернативы, статистика, её нулевое	УК-1, УК-2, ПК-2; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

		распределение); достоинства, недостатки, ограничения, «подводные камни»; сравнение с другими методами. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности. Компьютерные технологии в физике, методы математического моделирования, линейная алгебра и аналитическая геометрия, теория вероятностей.. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов. Студент должен знать и владеть вузовским курсом математического анализа и линейной алгебры, статистической физики (в объемах курса "Физика конденсированного состояния").	
Б1.В.02	Спектроскопия	Целью дисциплины является получение фундаментальных знаний в области оптической спектроскопии, а также формирование навыков регистрации и обработки спектров, ознакомление с вопросами технического оснащения спектроскопии. Основные дидактические единицы (разделы): - взаимосвязь спектроскопии и квантовой механики; - взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами; - особенности экспериментальных методов; - молекулярная симметрия; - колебательная спектроскопия; - атомная спектроскопия; - спектроскопия двухатомных молекул;	УК-3, ПК-1; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		- атомы и молекулы в конденсированных средах. Взаимосвязь с другими дисциплинами: курс “Спектроскопия” взаимосвязан с дисциплинами “Элементы квантовой и оптической информатики”, “Сцинтилляционные материалы” и “Физика лазеров и твердотельные лазерные материалы”. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: “Атомная физика”, “Квантовая механика” и “Физика твердого тела”.	
Б1.В.03	Физика лазеров и твердотельные лазерные материалы	Целью дисциплины является изучение принципов работы лазеров, распространения лазерного излучения, технических характеристик лазеров различных типов, процессы переноса энергии накачки в твердотельных лазерных материалах, формирование базовых знаний в области лазерной физики и техники, а также моделировании различных процессов излучательного и безызлучательного переноса энергии в твердотельных лазерных материалах. Основные дидактические единицы (разделы). -лазеры - принцип работы лазера; схемы накачки; -взаимодействие излучения с веществом; -процессы накачки; -пассивные оптические резонаторы; -непрерывный и нестационарный режимы работы лазеров; - типы лазеров;	ПК-3, ПК-4; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

		-структурные и физические свойства кристаллов LiNbO_3 и $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$; -спектроскопические характеристики кристаллов YAG и LN. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: курс “Физика лазеров и твердотельные лазерные” взаимосвязан с дисциплинами “Элементы квантовой и оптической информатики”, “Спектроскопия”, “Нелинейная оптика”. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: “Общая физика”, “Квантовая механика”, “Физика твердого тела”, “Оптика”.	
Б1.В.04	Методы машинного обучения в материаловедении	В рамках дисциплины «Методы машинного обучения в материаловедении» изучаются современные методы машинного обучения, применяемые для предсказания новых материалов и их свойств и анализа их поведения на основании анализа данных, получаемых вычислительными и экспериментальными методами,. <u>Цель преподавания дисциплин:</u> Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих теоретическими знаниями и практическими навыками в области компьютерного моделирования материалов, и способных на основе полученных знаний к активной творческой работе в области технической физики и нанотехнологий как в научно-	ПК-1, ПК-2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

		исследовательских учреждениях, так и в условиях промышленного производства. <u>Учебная задача:</u> Задачи курса состоят в изложении основных понятий, необходимых для описания и последующего предсказания физических процессов, протекающих в молекулярных системах, включая молекулярные кристаллы, аморфные тела, полимеры, углеродные нанотрубки, и т. д. <u>Основные методы проведения занятий,</u> лекции, проработки. <u>Список литературы:</u> содержит 4 наименования книг и монографий отечественных и зарубежных авторов, 3 научных статьи; этот список поможет студентам освоить и создать свой профессиональный исследовательский инструментарий, обеспечить целостность обучения.	
Б1.В.05	Академическое письмо в физике	Для преступления к изучению этой программы, студент должен владеть уровнем В-2 (upper-intermediate level). Курс включает задания, упражнения, стимулирующие и развивающие навыки письменной академической речи на английском языке. Целью освоения дисциплины «Академического письма в сфере физики» является формирование у магистров определенного состава профессиональных компетенций, что подразумевает: - развитие и совершенствование компетенций в области устной научной коммуникации, необходимый для эффективного общения в академической среде; - развитие умения	УК-4, УК-5, УК-6, ПК-5; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

		выражать идеи в письменном виде и аргументировать их; - развитие и совершенствование навыков написания эссе, статей и аннотаций. Связь с другими дисциплинами. На этом уровне обучения по возможности избегается дословный перевод, грамматические сходства с армянским или русским языками объясняются только при наличии сложных конструкций. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Практический курс английского языка Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны обладать языковыми компетенциями уровня Б-1, Б 2	
Б1.В.06	Полупроводниковая наноэлектроника	Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов в новой и быстро развивающейся области твердотельной электроники - наноэлектронике, способных к активной творческой работе как в научно-исследовательских лабораториях, так и в условиях промышленного производства. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Оптические явления в наноструктурах, Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Квантовые наноструктуры во внешних полях Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент должен знать - Квантовая теория твердого тела, квантовая	ПК-4; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

		механика, Квантоворазмерные системы наноэлектроники, математическая физика.	
Б1.В.07	Квантоворазмерные системы наноэлектроники	Элементная база современной полупроводниковой микроэлектроники постепенно переходит на использование систем пониженной размерности. В этой связи чрезвычайно актуальной задачей становится изучение физических свойств низкоразмерных структур. При этом для экспериментального и теоретического изучения вышеуказанных систем используются с одной стороны технические возможности прецизионных измерений, а с другой — современные теоретические методы квантовой механики, теории поля и статистической физики. В предлагаемом курсе изучаются электронные, электрические и оптические свойства низкоразмерных систем. При этом наряду с квантовыми размерными эффектами обсуждаются также классические размерные эффекты. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантовые наноструктуры во внешних полях, Оптические явления в наноструктурах Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студент должен знать: Теория поля, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела, Квантовые наноструктуры во внешних полях.	ПК-1, ПК-5; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3
Б1.В.08	Квантовые наноструктуры во внешних полях	Данный курс имеет своей целью ознакомить магистрантов с физическими процессами в полупроводниковых квантовых наноструктурах при наличии внешних полей. Курс имеет ярко	ПК-5; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

		выраженный междисциплинарный характер, так как затрагивает вопросы связанные как с оптическими и электронными свойствами квантовых наноструктур, так и со спиновыми, а также многочастичными характеристиками таких систем. Помимо сугубо твердотельных задач, обсуждаются фундаментальные квантомеханические вопросы затрагивающие основы квантовой теории Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Компьютерные технологии в физике; Квантовые наноструктуры во внешних полях; Квантоворазмерные структуры наноэлектроники. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения дисциплины студенты должны знать основы теории поля, квантовой механики, квантовой теории твердого тела, физики наноструктур, математической физики, комплексного анализа. Они должны обладать навыками решения уравнения Шредингера в декартовых и криволинейных координатных системах, свободно пользоваться методом разделения переменных, знать как вариационный метод решения уравнения Шредингера, так и метод теории возмущений. Уметь вычислять также характеристики как коэффициент поглощения и орбитальная плотность тока, а также плотность спинового магнитного момента. Студенты должны свободно владеть базовыми знаниями по квантовой механике и физике твердого тела.	
--	--	--	--

Б1.В.ДВ.01.01	Излучательная рекомбинация в п/п	В курсе рассматриваются явления излучательной рекомбинации, спонтанного и вынужденного излучения в полупроводниках и их твердых растворах, механизмы излучательных рекомбинации, спектры люминесценции, полупроводниковые излучатели- принципы действия и характеристики. Содержание дисциплины направлено на ознакомление студентов с оптическими излучательными процессами, происходящими в различных полупроводниках и структурах. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Полупроводниковые оптоэлектронные приборы, Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых гетероструктурах Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент должен знать курсы: Для усвоения курса студент должен знать Физику твердого тела, кристаллографию, теоретическую физику, твердотельную электронику	УК-1, ПК-1, ПК-5; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3,
Б1.В.ДВ.01.02	Оптические и фотоэлектрические явления в п/п гетероструктурах	В курсе излагаются основные теоретические модели гетеропереходов, их электрические и оптические свойства, а также физические процессы и эффекты в полупроводниковых приборах с гетероструктурами. Анализируются энергетические диаграммы идеализированных гетеропереходов и более сложных систем. Изучаются электрические свойства гетеропереходов, анализ вольт-амперных и вольт-емкостных характеристик гетеропереходов с учетом и без учета состояний на границе раздела.	УК-1, ПК-1, ПК-5; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

		Особое внимание уделено оптоэлектронным свойствам гетеропереходов, спектральным характеристикам гетеропереходов. Рассматриваются области применения гетеропереходов: преобразователи световой энергии в электрическую и инфракрасного излучения в видимое, транзисторы, инжекционные светодиоды и лазеры, оптоэлектронные транзисторы и другие. Оцениваются возможности и преимущества этих приборов по сравнению с аналогичными, выполненными на основе гомопереходов. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Полупроводниковые оптоэлектронные приборы, Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых гетероструктурах Требования к исходным уровням знаний и умений студентов Студент должен знать основы твердотельной электроники, оптической и квантовой электроники, физики гетеропереходов, специальные вопросы технологии микроэлектроники в объеме стандартных курсов по ФГОС ВО бакалавриата данного направления, уметь моделировать исследуемое физическое явление и на их основе проводить расчеты важнейших параметров приборов с гетероструктурами, составлять алгоритм решения математической модели, писать компьютерную программу на каком либо языке программирования, визуализировать результаты теоретических расчетов.	
--	--	--	--

Б1.В.ДВ.02.01	Элементы квантовой и оптической информатики	Возникшая на стыке квантовой механики, теории информации и теории вычислений квантовая информатика представляет собой новую и интенсивно развивающуюся область науки. Одним из перспективных направлений в экспериментальной реализации квантового компьютера является использования современных нанотехнологий, что делает этот курс актуальным для студентов РАУ. Курс содержит изложение физических основ современных информационных технологий, принципов квантовых вычислений, квантовой телепортации и квантовой криптографии как с теоретической, так и с экспериментальной точек зрения, а также отражает современные международные достижения в этой стремительно развивающейся области. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Спектроскопия, Приближенные методы квантовой механики Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент должен знать: Квантовая механика, оптоэлектроника, математическая физика.	УК-1, ПК-1, ПК-2; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3 ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3
Б1.В.ДВ.02.02	Дополнительные главы квантовой механики	Дисциплина Дополнительные главы квантовой механики охватывает круг вопросов, связанный с последними достижениями в области изучения оснований квантовой механики – исследованиями проблемы измерения и проблемы нелокальности, теории декогеренции и неравенств Белла. Ознакомить студентов с современным состоянием квантовой механики и является основной задачей	УК-1, ПК-1; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3;

		дисциплины. Цель - ознакомить студентов с современным состоянием развития квантовой механики Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Спектроскопия, Приближенные методы квантовой механики Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения дисциплины студенты должны знать основы Для усвоения курса студент должен знать Квантовую механику, оптоэлектронику, математическую физику.	
Б1.В.ДВ.03.01	Научные основы преподавания физики конденсированных сред	Целью данного курса является последовательное представление роли и места физики конденсированного состояния (ФКС) вещества в общей физической картине мира. Анализируется как современное состояние и возможные направления развития ФКС, так и этапы формирования данной дисциплины в исторической ретроспективе. Особое внимание уделено взаимосвязи теории с экспериментом, а также обсуждению возможности заданного подхода к формированию физических понятий и представлений. Разработаны методические подходы к формированию понятий и представлений ФКС. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантоворазмерные структуры наноэлектроники, Оптические явления в наноструктурах; Философские вопросы физики Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент	УК-5, ПК-1; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3;К ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		должен знать курсы: Для усвоения курса студент должен знать Теорию поля, квантовую механику, статистическую физику, квантовую теорию твердого тела	
Б1.В.ДВ.03.02	Научные основы преподавания оптики наноструктур	Целью дисциплины Научные основы преподавания оптики наноструктур является объяснить законы, принципы и эффекты при взаимодействии (распространении, излучении, управлении) света с наноструктурами • наноструктуры и нанотехнологии • эффекты размерного квантования, квантовые точки, квантовые ямы • нанофотоника • наноструктуры с фотонной запрещенной зоной и фотонные кристаллы • наноплазмоника • микроскопия ближнего оптического поля • фотонные устройства для сверхскоростной телекоммуникации • биоматериалы для нанофотоники Основной задачей курса "Оптика наноразмерных систем" является освоение физических принципов и методов фотоники и оптики наноструктур, на уровне, достаточном для дальнейшего самостоятельного совершенствования в одном из направлений этой научной дисциплины, на конкретных примерах получить опыт решения задач в области нанофотоники. В рамках данного курса рассматриваются основные положения физики и фотоники наноструктур, методы описания квантоворазмерных эффектов, особенности оптических свойств наночастиц и наноструктур, технологии изготовления	УК-5, ПК-1; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		наноструктур, современные и перспективные области их применения. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Оптические явления в наноструктурах, Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент должен знать курсы: Студент должен знать: Теория поля, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела	
Б1.В.ДВ.04.01	Фотоэлектрические п/п преобразователи солнечной энергии	В курсе излагаются основные физические явления и эффекты, связанные с взаимодействием оптического излучения с объемным полупроводником и различными полупроводниковыми приборными структурами. Рассматриваются фотовольтаические явления в диодных гомо- и гетероструктурах. В систематизированном виде рассматриваются современные виды солнечных элементов, последние достижения в технологии их создания и их связь с теорией фотоэлектрических преобразователей. Отдельно рассматриваются также современные технологии получения эпитаксиальных полупроводниковых микро- и наноразмерных пленок и структур применяемых в современной электронике. Учебная программа ориентирована на подготовку высококвалифицированных кадров в области современных проблем электроники, касающихся фотовольтаических явлений в различных гомо- и гетероструктурах и новых направлений	ПК-3, ПК-4; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

		фотоэлектрических преобразователей. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Проектирование и технология электронной компонентной базы, полупроводниковые оптоэлектронные приборы, излучательная рекомбинация в полупроводниках, оптические явления в наноструктурах Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студент должен знать основы твердотельной электроники, физики гетеропереходов, специальные вопросы технологии микро- и нанoeлектроники в объеме стандартных курсов по ФГОС ВО бакалавриата данного направления, уметь моделировать исследуемое физическое явление, составлять алгоритм решения математической модели, писать компьютерную программу на каком либо языке программирования высокого уровня, визуализировать результаты теоретических расчетов.	
Б1.В.ДВ.04.02	Технологии нанoeлектроники	Дисциплина имеет своей целью формирование компетенций проектно-технологической деятельности в области технологии нанoeлектроники, в том числе: - формирование у студентов знаний о современных достижениях в технологии нанoeлектронных систем. - формирование знаний комплексного технологического маршрута: от подготовки пластин, создания многопрофильных структур, соединений кремниевых пластин и микроконтактирования до общей герметизации нанoeлектронных систем, включая вопросы	УК-2, ПК-3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3

		обеспечения эффективного теплоотвода на основе применения углеродных нанотрубок. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Проектирование и технология электронной компонентной базы, полупроводниковые оптоэлектронные приборы, излучательная рекомбинация в полупроводниках, оптические явления в наноструктурах Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студент должен знать основы твердотельной электроники, физики гетеропереходов, специальные вопросы технологии микро- и нанoeлектроники в объеме стандартных курсов по ФГОС ВО бакалавриата данного направления, уметь моделировать исследуемое физическое явление, составлять алгоритм решения математической модели, писать компьютерную программу на каком либо языке программирования высокого уровня, визуализировать результаты теоретических расчетов.	
Б1.В.ДВ.05.01	Философские вопросы физики	Настоящая программа предназначена для магистрантов по физико-математическим и техническим направлениям. Она представляет собой основу для введения в общую проблематику философии науки. Наука рассматривается в широком социокультурном контексте и в ее историческом развитии. Особое внимание уделяется проблемам кризиса современной техногенной цивилизации и глобальным тенденциям смены научной рациональности, системам ценностей, на которые ориентируются	УК-5, УК-6, ПК-5; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

		ученые. Программа ориентирована на анализ основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в области физики, математики и информатики на современном этапе их развития, и получению представления о тенденциях исторического развития науки в целом. Изучение данных курсов имеет целью познакомить студентов с основными проблемами развития математики, физики и информатики. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Научные основы преподавания физики конденсированных сред Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Для усвоения курса студент должен знать: Философия, Квантовая механика, Квантовая теория твердого тела, Физика твердого тела.	
Б1.В.ДВ.05.02	Оптические явления в наноструктурах	Оптические методы исследования полупроводниковых соединений являются мощным инструментом, позволяющим определить зонное строение изучаемых образцов. С учетом того, что полупроводники могут быть как прямозонными, так и не прямозонными, возникает необходимость изучения соответственно прямых и не прямых переходов в полупроводниках. Примечательно, что на сегодняшний день детально развиты как классическая, так и квантовая теории оптических свойств полупроводников. В предлагаемом курсе изучаются особенности оптических свойств полупроводниковых соединений. При этом рассматривается также	УК-5; ПК-5; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3

		влияние внешних полей на процессы поглощения в полупроводниках. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Квантовые наноструктуры во внешних полях Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны знать: Теория поля, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела	
Б1.В.ДВ.06.01	Лаборатория по квантовой оптике	Данный магистерский курс посвящен изучению экспериментальных аспектов квантовой оптики, обеспечивая студентам глубокое понимание основных принципов и методов этой захватывающей области науки. В ходе обучения студенты будут изучать фундаментальные явления и эффекты, проявляющиеся при взаимодействии света с атомами, молекулами и другими квантовыми системами. С помощью лабораторных работ и практических занятий студенты овладеют умениями и навыками в проведении экспериментов, использовании специализированного оптического оборудования и анализе результатов. Они также будут заниматься исследовательской работой, реализуя собственные опыты, что позволит им углубить свои знания и расширить понимание сложных физических процессов. Основные методы проведения занятий, лабораторные Список литературы:	УК-1, ПК-3, ПК-5; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3,

		1. ThorLabs, Quantum Cryptography Demonstration Kit User guide and Manual. 2. ThorLabs, Quantum Eraser Demonstration Kit User guide and Manual. 3. Scully, Marlan O., and M. Suhail Zubairy. "Quantum optics." (1999): 648-648. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов Знать: Студенты должны знать квантовую механику и оптику. Уметь: Интерпретировать экспериментальные результаты и проводить их анализ. Владеть: Навыками работы с оптическими элементами. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Прикладная квантовая физика, Квантоворазмерные системы нанoeлектроники, Элементы квантовой и оптической информатики.	
Б1.В.ДВ.06.02	Оптика квантовых точек	В данном курсе описываются процессы фундаментального поглощения в квантовых точках (КТ) с различными геометрическими формами, таких как сферическая, цилиндрическая, эллипсоидальная, линзообразная, коническая и сферически слоистая, в том числе при наличии внешних магнитного и электрического полей. Другие темы включают влияние экситонных эффектов на коэффициент межзонного поглощения и применение ансамблей из КТ для конструирования QD-LED устройств. Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:	УК-1, ПК-4; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

		Компьютерные технологии в научных исследованиях, Квантоворазмерные системы наноэлектроники, Приближенные методы квантовой механики. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов: Студенты должны знать полупроводниковую физику и квантовую механику	
ФТД.В.01	Избранные вопросы оптики низкоразмерных систем	Элементная база современной полупроводниковой микроэлектроники постепенно переходит на использование систем пониженной размерности. В этой связи чрезвычайно актуальной задачей становится изучение физических свойств низкоразмерных структур. При этом для экспериментального и теоретического изучения вышеуказанных систем используются с одной стороны технические возможности прецизионных измерений, а с другой — современные теоретические методы квантовой механики, теории поля и статистической физики. В предлагаемом курсе изучаются электронные, электрические и оптические свойства низкоразмерных систем. При этом наряду с квантовыми размерными эффектами обсуждаются также классические размерные эффекты. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами уч. плана специальности: Квантовые наноструктуры во внешних полях, оптические свойства твердых тел.	УК-1, ОПК-2,ОПК-3; УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3