

**Направление подготовки:**  
**Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**  
**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**  
**1 курс**

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Методы математического моделирования**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 3 ECTS, 108 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

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:**

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++

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Компьютерные технологии в физике**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 2 ECTS, 72 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.** 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 неотъемлемой 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 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Иностранный язык в профессиональной сфере**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Физические основы молекулярной электроники**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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 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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Спектроскопия**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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;
- 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”.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Академическое письмо в физике**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 2 ECTS, 72 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

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 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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Полупроводниковая нанoeлектроника**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов в новой и быстро развивающейся области твердотельной лeктроники - нанoeлектронике, 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 нанoeлектроники, Квантовые наноструктуры во внешних полях

**Требования к исходным уровням знаний и умений студентов:**

Для усвоения курса студент должен знать - Квантовая теория твердого тела, квантовая механика, Квантоворазмерные системы нанoeлектроники, математическая физика.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Квантоворазмерные системы нанoeлектроники**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Излучательная рекомбинация в полупроводниках**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 6 ECTS, 216 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых гетероструктурах**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 6 ECTS, 216 академических часа.**

**Форма итогового контроля: экзамен.**

**Краткое содержание.**

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. 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.



**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Элементы квантовой и оптической информатики**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 3 ECTS, 108 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Дополнительные главы квантовой механики**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 3 ECTS, 108 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

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 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Фотозлектрические n/n преобразователи солнечной энергии**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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 фотозлектрических 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 фотозлектрических 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Технологии нанoeлектроники**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 4 ECTS, 144 академических часа.**

**Форма итогового контроля: экзамен.**

**Краткое содержание.**

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 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Политическая экономика**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

Курс «Политическая экономика» посвящен изучению основных теоретических и практических вопросов, связанных с проблемами перехода стран постсоветского пространства, а также стран бывшего социалистического лагеря от системы административно-командной экономики к рыночной. Отдельно внимание будет уделено переходным процессам в Республике Армения, как в области экономики, так и в области политики. В рамках данной дисциплины студенты изучат практические вопросы, связанные со спецификой переходных процессов в каждой отдельной стране, будут рассмотрены модели перехода от плановой экономики к рыночной. Будут изучены проблемы денежно-кредитной, налогово-бюджетной, внешнеэкономической, антимонопольной и социальной политик государства в процессе перехода, оценены положительные и отрицательные последствия проведенных реформ. Подробно будут рассматриваться вопросы государственной политики переходного периода в Республике Армения.

**Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:**

Экономика предприятия, Экономика.

**Требования к исходным уровням знаний и умений студентов:**

Для усвоения курса студент должен знать: Экономика предприятия, Экономика, экономическая теория, финансы.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: : Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Основы риторики**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 2 ECTS, 72 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

Цель учебной дисциплины - осмысление теоретических и практических сведений о риторике, овладение навыками различных жанров речей, а также наиболее эффективными риторическими технологиями. Для данного курса характерна практическая направленность: студентам предстоит освоить разные риторические технологии создания речей с учетом аудитории, что позволит выпускнику уверенно себя ощущать в профессиональной и непрофессиональной сфере деятельности. В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- владение основами речи, знание ее видов, правил речевого этикета и ведения диалога, законов композиции и стиля, приемов убеждения;
- способность обсуждать профессиональные проблемы, отстаивать свою точку зрения, объяснять сущность явлений, событий, процессов, делать выводы, давать аргументированные ответы.

Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов

Для освоения курса «Основы риторики» студенты должны знать разделы русского языка, такие как орфография, фонетика, акцентология

Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:

Экономика предприятия, Экономика.

Требования к исходным уровням знаний и умений студентов:

Студент должен знать: Экономика предприятия, Экономика, экономическая теория, финансы.

## 2 курс

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Прикладная квантовая физика**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет

**Краткое содержание.**

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;
- Двух-, трех – уровневая система
- optical pumping, STIRAP, EIT, SCRAP.

**Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:**

курс “Прикладная квантовая физика” взаимосвязан с дисциплинами “Спектроскопия”, “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: “Общая физика”, “Квантовая механика”.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Кристаллооптика**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен

**Краткое содержание.**

Целью дисциплины является

изучение оптики кристаллов, особенностей распространения света в анизотропных средах, линейных параметрических и нелинейных явлений в кристаллах (модуляция и преобразование лазерного излучения), фоторефрактивного и фотоупругого эффектов в кристаллах и устройствах, формирование необходимых теоретических и практических навыков исследования распространения оптического излучения в средах.

**Основные дидактические единицы (разделы).**

- симметрия и классификация кристаллов;
- характеристики анизотропных сред;
- оптическая активность и электрооптика;
- генерация второй гармоники и параметрическая генерация
- фоторефрактивный и фотоупругий эффекты.

**Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:**

курс “Кристаллооптика” взаимосвязан с дисциплинами “Кристаллофизика”, “Нелинейная оптика”, “Интергральная оптика”, “Прозрачная оксидная электроника”.

**Требования к исходным уровням знаний и умений студентов:**

перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: “Оптика”, “Физика твердого тела”, “Линейная алгебра”.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Статистический анализ данных**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет

**Краткое содержание.**

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 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").

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Физика лазеров и твердотельные лазерные материалы**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен



## **Краткое содержание.**

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;
- структурные и физические свойства кристаллов  $\text{LiNbO}_3$  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”.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Методы машинного обучения в материаловедении**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 4 ECTS, 144 академических часа.

**Форма итогового контроля:** экзамен.

**Краткое содержание.**

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,.

Цель преподавания дисциплин:

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-исследовательских учреждениях, так и в условиях промышленного производства.

Учебная задача: 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.

Основные методы проведения занятий. лекции, проработки.

Список литературы: 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Квантовые наноструктуры во внешних полях**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

Данный курс имеет своей целью ознакомить магистрантов с физическими процессами в полупроводниковых квантовых наноструктурах при наличии внешних полей. Курс имеет ярко 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Научные основы преподавания физики конденсированных сред**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

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 нанoeлектроники, Оптические явления в наноструктурах; Философские вопросы физики

**Требования к исходным уровням знаний и умений студентов:** Для усвоения курса студент должен знать курсы:

Для усвоения курса студент должен знать Теорию поля, квантовую механику, статистическую физику, квантовую теорию твердого тела

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Научные основы преподавания оптики наноструктур**

**Аннотация**

**Трудоемкость: 2 ECTS, 72 академических часа.**

**Форма итогового контроля: зачет.**

**Краткое содержание.**

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 наноструктур, современные и перспективные области их применения.

Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:

Квантоворазмерные системы нанoeлектроники, 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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Философские вопросы физики**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

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 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.

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Оптические явления в наноструктурах**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 2 ECTS, 72 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет

**Краткое содержание.**

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 непрямых 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 влияние внешних полей на процессы поглощения в полупроводниках.

**Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности:**

Квантоворазмерные системы нанoeлектроники, 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

**Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистратура, очное обучение**

**Магистерская программа: Квантовая и оптическая электроника**

**Дисциплина: Избранные вопросы оптики низкоразмерных систем**

**Аннотация**

**Трудоемкость:** 1 ECTS, 18 академических часа.

**Форма итогового контроля:** зачет.

**Краткое содержание.**

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.