

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Галунин Сергей Александрович

Должность: Директор департамента образования

Дата подписания: 01.03.2022 18:34:19

Уникальный программный ключ:

1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb7e7965cc668ec8658b

## **АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ**

образовательной программы подготовки магистров

«Наноэлектроника и фотоника»

по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

### **«Компьютерные технологии и моделирование в электронике»**

Дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в электронике» посвящена изучению и практическому применению компьютерных технологий в области электроники.

Элементы численного моделирования приборов микро- и наноэлектроники. В данном разделе рассматриваются особенности решения систем дифференциальных уравнений описывающих работу приборов микро- и наноэлектроники. Рассматривается диффузионно-дрейфовая и гидродинамическая модель. Исследуются особенности численного решения одномерных задач на базе пакета MathCAD (MatLAB). Особенности решения двухмерных задач рассматриваются на базе пакетов FlexPDE и Synopsys.

Основы программирования, сбора и обработки экспериментальных данных. Организация программного обеспечения в виде проблемно-ориентированных пакетов прикладных программ. Концепция виртуальных инструментов. LabVIEW - как графическая система программирования. Программирование систем сбора информации. Программирование систем обработки информации (элементы цифровой фильтрации сигналов и.т.д.). Организация распределенных программно-аппаратных комплексов.

### **«Микропроцессорная техника»**

Основной целью изучения дисциплины «Микропроцессорная техника» является ознакомление студентов с современными семействами микропроцессоров и микроконтроллеров, изучение принципов конструирования микропроцессорных устройств, а также выработка навыков

программирования микропроцессорных устройств. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с элементной базой микропроцессорных устройств, а также учатся использовать кросс-средства разработки программного обеспечения этих устройств на языке С.

### **«Процессы микро- и нанотехнологии»**

Дисциплина «Процессы микро- и нанотехнологии» формирует знания в области способов нанесения, удаления и модифицирования вещества на микро- и наноуровне, используемых при создании компонентов твердотельной электроники и интегральных микросхем. Изучаются базовые процессы и оборудование, используемые в традиционной микротехнологии, а также специфические процессы, позволяющие формировать структуры на молекулярном уровне и основанные на способности к самоорганизации, селективности, анизотропии и принципе матрицы.

### **«Современные проблемы электроники»**

Основной целью изучения дисциплины «Современные проблемы электроники» является ознакомление с новейшими тенденциями и достижениями в различных наиболее перспективных областях электроники. Изучение дисциплины подкрепляется практическими занятиями, направленными на приобретение соответствующих навыков для постановки и решения задач при создании новых элементов и технологий наноэлектроники.

### **«Русский язык как иностранный»**

Данная дисциплина ориентирована на обучение иностранных магистрантов нефилологических специальностей, имеющих диплом бакалавра Российских вузов и владеющих русским языком на уровне ТРКИ–2. Содержание программы составляют требования к уровню владения языком в различных видах речевой деятельности, а также языковой и речевой

материал.

Освоение программы позволит иностранным учащимся удовлетворить необходимые коммуникативные потребности прежде всего в учебной и социально-культурной сферах общения, создаст базу для успешного усвоения специальных дисциплин и, в конечном итоге, успешной защиты ВКР.

Курс русского языка для магистрантов призван обеспечить формирование коммуникативной компетенции выпускника на уровне, достаточном для квалифицированного осуществления им профессиональной деятельности на русском языке. Обучение осуществляется на материале общенаучных, профильных, страноведческих, литературно-художественных и общественно-политических текстов.

### **«Иностранный язык»**

Цель курса «Иностранный язык» — обучение практическому владению иностранным языком (английским, немецким, французским), критерием которого является умение пользоваться наиболее употребительными языковыми средствами в основных видах речевой деятельности: говорение, аудирование, чтение и письмо. Задача курса – уметь общаться в большинстве ситуаций, которые могут возникнуть в повседневной и профессиональной деятельности. По структуре курс делится на следующие аспекты (модули): разговорная практика и аудирование, чтение, письменная практика, практика перевода и практическая грамматика, которые различаются тематикой и лексическим составом учебного и информационного материалов, при этом связаны между собой необходимостью систематического совершенствования всех четырех языковых умений и основных грамматических тем.

### **«Основы научных исследований»**

Целью изучения дисциплины «Основы научных исследований» является ознакомление магистрантов со структурой научного знания, с

методами научного исследования, с функциями научных теорий и законов; расширение их мировоззренческого кругозора; выработка представлений о критериях научности и о требованиях, которым должно отвечать научное исследование и его результаты.

### **«Материаловедение микро- и наносистем»**

Рассматриваются фундаментальные и прикладные вопросы материаловедения микро- и наносистем, связанные с размерными эффектами индивидуальных наночастиц и возникновении кооперативных явлений в наносистемах.

Излагаются базовые теоретические представления, описывающие вопросы кластерообразования, самосборки и самоорганизации. Для описания строения электронной структуры неупорядоченных микро- и наносистем используются современные физические модели с положительной и отрицательной корреляционной энергией, а также модели переменной валентности, являющиеся концептуальной основой модификации свойств микро- и наносистем. Значительное внимание уделяется рассмотрению элементов теории фракталов и теории перколяции, обеспечивающих решение материаловедческих задач при разработке нанокompозитов с аномальными свойствами.

В содержании дисциплины включены специальные разделы, посвященные свойствам наночастиц, нанокристаллических материалов и структур аморфных микро- и наносистем, пористых материалов, сведения о фуллеренах, нанотрубках, дендримерах и микро- и наносистемах на их основе. Поскольку в материаловедении наносистем наблюдается возрастающая роль полимерных материалов, в учебную программу включены свойства полимеров и гибридных органо-неорганических нанокompозитов.

Все разделы дисциплин заканчиваются рассмотрением примеров применения микро- и наносистем в современных бурно развивающихся

направлениях наноэлектроники, фотоники, микро- и наносистемной техники, наносенсорике, наноразмерном катализе.

### **«Физика наносистем»**

Основной целью изучения дисциплины «Физика наносистем» является приобретение навыков расчета и проектирования электронных, оптических и механических устройств, характерные размеры которых варьируются в пределах от единиц до сотен нанометров. При изучении наноэлектронных систем и устройств основное внимание уделяется квантово-механическому анализу электронных состояний в полупроводниковых наногетроструктурах, основанному на теории симметрии. В качестве оптических систем пониженной размерности рассматриваются устройства, использующие фотонные кристаллы. Излагаются основы механики наносистем. Особое внимание уделяется строгому выводу основополагающих уравнений, физической трактовке изучаемых явлений, а также анализу возможности использования этих явлений в приборах различных назначений. Изучение дисциплины подкрепляется лабораторным практикумом.

### **«Технология полупроводниковых наногетроструктур»**

Дисциплина "Технология полупроводниковых наногетроструктур" направлена на ознакомление с физико-химическими свойствами гетеропереходов и современными эпитаксиальными технологиями формирования многослойных полупроводниковых гетроструктур, реализуемых при создании различных приборов полупроводниковой микроэлектроники и фотоники, в том числе приборов, функционирующих на основе эффектов размерного квантования. Проводится подробный анализ кристаллохимических, термодинамических и электронных свойств соединений  $A_3B_5$ ,  $A_2B_6$  и их многокомпонентных твердых растворов, а также общие вопросы и проблемы легирования и дефектообразования в данных соединениях. Центральное место при изучении дисциплины

занимают вопросы аппаратного и диагностического обеспечения технологических установок молекулярно-пучковой эпитаксии и газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений, а также формирования данными методами гетероструктур и наноструктур, включая структуры с самоорганизующимися квантовыми точками. Детально рассматриваются кинетические и термодинамические модели эпитаксиального роста и легирования. Важная роль отводится формированию представлений о псевдоморфном росте, когерентности гетерограниц, типам и механизмам формирования протяженных структурных дефектов. В рамках анизотропной теории упругости выводятся уравнения для описания деформированного состояния гетероструктур и процессов самоорганизации.

### **«Квантоворазмерные наноструктуры»**

Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства широко используются в различных отраслях науки и техники, и освоение этой дисциплины важно для формирования современного инженера электронной техники. Рассматриваются вопросы генерации лазерного излучения; факторы, определяющие уровень и КПД лазеров; режимы работы лазеров и условия их реализации. Изучаются причины нестабильности параметров лазерного излучения, системы пассивной и активной их стабилизации. Рассматриваются принципы действия, конструкции, параметры и технология изготовления основных типов лазеров: твердотельных, жидкостных, газовых и полупроводниковых и элементов оптоэлектроники. Рассматриваются вопросы взаимодействия лазерного излучения с различными средами и управления энергетическими и пространственно-временными характеристиками лазерного излучения.

### **«Полупроводниковые оптоэлектронные приборы»**

В курсе лекций «Полупроводниковые оптоэлектронные приборы» рассматриваются физические принципы работы приборов современной

оптоэлектроники, описываются их основные параметры и характеристики. В первой части курса даются основные представления об оптических свойствах полупроводниковых материалов и структур, которые используются для создания оптоэлектронных приборов. Особое внимание уделено свойствам гетероструктур, в том числе квантоворазмерных. Одна из наиболее важных и объемных частей курса – описание принципов работы и характеристик полупроводниковых инжекционных лазеров. Рассмотрены основные виды гетеролазеров – ДГС, РО ДГС, полосковые и РОС-лазеры. Подробно изучаются важнейшие характеристики лазеров, проводится расчет порогового тока накачки, мощности лазера и его диаграммы направленности. Указанные расчеты входят в состав курсовой работы. Также рассматриваются все важнейшие полупроводниковые фотоприемники – фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, солнечные элементы.

### **«Нанoeлектроника»**

Нанoeлектроника является магистерским курсом для студентов шестого курса (второго курса магистратуры) факультета Электроники. Дисциплина включает в себя основные разделы современной нанoeлектроники. К ним относятся физика и электроника систем низкой размерности, физика полупроводниковых наногетероструктур, основы физики одноэлектронных, резонансно-туннельных и спинтронных систем, а также магнитных наноструктур. Основное внимание при изложении материала уделяется физической трактовке изучаемых явлений, а также анализу возможности использования этих явлений в приборах нанoeлектроники.

### **«Фотоника»**

В курсе «Фотоника» подробно рассмотрены основные физические процессы, протекающие при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом, а также дан обзор основных фотонных приборов. В первой части

курса даются основные представления об оптических свойствах полупроводниковых материалов и структур, которые используются для создания оптоэлектронных приборов. Особое внимание уделено свойствам гетероструктур, в том числе квантоворазмерных. Одна из наиболее важных и объемных частей курса – описание принципов работы и характеристик полупроводниковых инжекционных лазеров. Рассмотрены основные виды гетеролазеров – ДГС, РО ДГС, полосковые и РОС-лазеры. Подробно изучаются важнейшие характеристики лазеров, проводится расчет порогового тока накачки, мощности лазера и его диаграммы направленности. Указанные расчеты входят в состав курсовой работы. Также рассматриваются все важнейшие полупроводниковые фотоприемники – фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, солнечные элементы.

### **«Междисциплинарный проект**

#### **«Проектирование приборов нанoeлектроники и фотоники»**

Междисциплинарный курсовой проект является формой самостоятельной работы и направлен на закрепление знаний и умений по изучаемым дисциплинам, приобретение навыков самостоятельного решения практических задач и формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности в области электроники и нанoeлектроники.

Тематика междисциплинарных курсовых проектов определяется целями и задачами подготовки магистров по магистерской программе «Нанoeлектроника и фотоника».

#### **«Методы диагностики структур нанoeлектроники и фотоники»**

Главная задача дисциплины «Методы диагностики структур нанoeлектроники и фотоники» - научить студентов использовать аппаратуру для инструментального контроля структур нанoeлектроники и фотоники, а также определять их наиболее важные свойства и параметры. На первом этапе рассматриваются методы дифференциальной оптической



спектроскопии и их применение для диагностики структур наноэлектроники и фотоники. Особое внимание уделяется фурье спектроскопия. Далее изучаются иные оптические методы диагностики структур наноэлектроники и фотоники, методы адмитансной и емкостной спектроскопии, методы атомно-силовой и рентгеновской диагностики. Заключительная часть посвящена иным неоптическим методам диагностики структур наноэлектроники и фотоники и методам анализа характеристик структур наноэлектроники и фотоники.

### **«Коммерциализация результатов научных исследований и разработок»**

Коммерциализация результатов научных исследований и разработок представляет собой процесс вовлечения их в экономический (коммерческий) оборот в различных сегментах национального и глобального рынков.

Коммерциализация результатов научных исследований и разработок представляет собой процесс вовлечения их в экономический (коммерческий) оборот в целях обеспечения инновационного развития национальной и международной экономики.

Актуальность данной дисциплины обусловлена необходимостью модернизации экономики в условиях смены существующего технологического уклада на основе реализации потенциала высокотехнологичных отраслей науки и техники, в том числе, в рамках программы «Цифровая экономика». Разработка и внедрение результатов научных исследований в экономическую деятельность организаций и предприятий является одним из ключевых факторов успеха экономических преобразований.

Реализация задач инновационного развития требует проведения квалифицированной и компетентной оценки экономической эффективности проектов, ориентированных на выпуск высокотехнологичной продукции и продвижение новых технологий.

Основной целью данной дисциплины является формирование у будущих магистров комплекса знаний, умений и практических навыков разработки бизнес-плана коммерциализации инновационных идей в форме создания новых/усовершенствованных видов продукции, товаров, работ и услуг, исследуемых в процессе проведения НИР магистранта.

Освоение поэтапной методики бизнес-планирования и проектирования различных инновационных проектов позволит обеспечить приобретение компетенций, необходимых при решении задач вывода полученных результатов на рынки сбыта и оценки их экономической эффективности.

### **«Внеэкономическая деятельность организаций»**

Расширение внешнеэкономических связей является необходимой предпосылкой эффективной организации и воспроизводства любой макроэкономической системы. Эта проблема особенно актуальна в современных условиях глобализации и геополитической нестабильности.

Цель курса «Внеэкономической деятельности организации» заключается в предоставлении будущим специалистам теоретических и практических знаний в области организации, управления и правовой регламентации международного бизнеса в условиях российской и мировой практики.

Главная задача курса – вооружить студентов магистратуры практическими навыками и современными методиками работы на внешних рынках.

Курс включает рассмотрение широкого круга вопросов, лежащих в правовой, организационной и практической плоскостях ведения внешнеэкономической деятельности российскими и зарубежными компаниями.

Методика изучения курса строится на сочетании лекций, семинарских и практических занятий.

**«Производственная практика (преддипломная практика)»**

**«Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))»**

**«Производственная практика (научно-исследовательская работа)»**

### **«Государственная итоговая аттестация»**

Государственная итоговая аттестация включает в себя защиту выпускной квалификационной работы. Государственная итоговая аттестация является заключительным этапом освоения основной образовательной программы.

В ходе государственной итоговой аттестации устанавливается уровень подготовки выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям стандарта.

### **«Религиоведение»**

Предусматривает изучение основных теорий происхождения религии, тех функций и роли, которую играла религия в истории общества.

Уделяется внимание изучению трех мировых религий: буддизма, христианства, ислама.

### **«Прикладная механика»**

В учебной дисциплине рассматриваются вопросы теории напряженно-деформированного состояния твердого тела, анализируются типовые конструкции электронных изделий и внешние воздействия, которые они испытывают в процессе изготовления и эксплуатации. Отражены вопросы статического, кинематического, кинетостатического и динамического анализа элементов приборов и систем.

Особое внимание уделено построению различных расчетных схем, переходу от реальных конструкций к расчетным схемам и соответствующим им математическим моделям с учетом параметров электронных приборов и устройств, применяемых материалов и характера внешних воздействий.

Приведены примеры расчета элементов конструкций электронных изделий при статических, динамических и температурных воздействиях.