

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
1.1. Основная образовательная программа академического бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВПО «ВГУ» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль Нанотехнология в электронике	3
1.2. Нормативные документы для разработки ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	3
1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования	4
1.3.1. Цель реализации ООП	4
1.3.2. Срок освоения ООП	4
1.3.3. Трудоемкость ООП	4
1.4. Требования к абитуриенту	4
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	5
2.1. Область профессиональной деятельности выпускника	5
2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника	5
2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника	5
2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника	5
3. Планируемые результаты освоения ООП	7
4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	9
4.1. Календарный учебный график	9
4.2. Учебный план	9
4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин	9
4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик	9
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	10
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников	13
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	15
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация	15
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП бакалавриата	15
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся	17
Приложение 1. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств	18
Приложение 2. Календарный учебный график	24
Приложение 3. Учебный план	26
Приложение 4. Аннотации рабочих программ дисциплин	29
Приложение 5. Аннотации программ учебной и производственных практик	119
Приложение 6. Библиотечно-информационное обеспечение	135
Приложение 7. Материально-техническое обеспечение	137
Приложение 8. Кадровое обеспечение	144

1 Общие положения

1.1. Основная образовательная программа академического бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВПО «ВГУ» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль Нанотехнология в электронике

Квалификация, присваиваемая выпускникам – бакалавр

Основная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника по профилю Нанотехнология в электронике, представляет собой систему документов, разработанную с учетом требований рынка труда, на основе Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО), а также с учетом рекомендованной примерной образовательной программы.

ООП ВО регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и профилю и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственных практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Основными пользователями ООП являются: руководство, профессорско-преподавательский состав и студенты ВГУ; государственные аттестационные и экзаменационные комиссии; объединения специалистов и работодателей в соответствующей сфере профессиональной деятельности; уполномоченные государственные органы исполнительной власти, осуществляющие аккредитацию и контроль качества в системе высшего образования.

1.2. Нормативные документы для разработки ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Нормативную правовую базу разработки ООП академического бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника по профилю Нанотехнология в электронике составляют:

- Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012, № 273-ФЗ (с последующими изменениями и дополнениями);
- Приказ Минобрнауки России от 19.12.2013 №1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015, №218;
- иных нормативных актов Министерства образования и науки Российской Федерации.

Подготовка ведётся в соответствии:

- лицензией Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 01.09.2011 серии ААА №001924, рег. №1841, срок действия бессрочно;
- Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет», принятым Конференцией научно-педагогических работников,

представителей других категорий работников и обучающихся и утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.05.2011, №1858.

– решениями Ученого совета университета.

Кроме того, локальными актами по организации учебного процесса являются:

- учебный план подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника по программе Нанотехнология в электронике;

- стандарт университета: СТ ВГУ 1.3.02 — 2009 Система менеджмента качества. Стандарты университета. Итоговая государственная аттестация. Общие требования к содержанию и порядок проведения, утвержденный приказом ректора от 05.08.2009, №297.

1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования

1.3.1. Цель реализации ООП

ООП ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника имеет своей целью развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

В области воспитания целью ООП по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности за конечный результат своей профессиональной деятельности, гражданственности, умению работать в коллективе, коммуникабельности, толерантности, повышение их общей культуры.

В области обучения целью ООП ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника является получение фундаментальных знаний по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов, а также углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и востребованности на рынке труда, обеспечивающими возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области электроники и наноэлектроники.

1.3.2. Срок освоения ООП

Срок освоения ООП ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника - 4 года. Форма обучения – очная.

1.3.3. Трудоемкость ООП

Трудоемкость освоения студентом данной ООП ВО за весь период обучения в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению составляет 240 зачетных единиц и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы студента, практики и время, отводимое на контроль качества освоения студентом ООП ВО.

1.4. Требования к абитуриенту

Для освоения ООП ВО подготовки бакалавра абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании.

2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника

В соответствии с ФГОС ВО подготовки по данному направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника областью профессиональной деятельности бакалавра является совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства, использование и эксплуатацию материалов, компонентов, электронных приборов, устройств, установок вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой, оптической, микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения.

Выпускник направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника по профилю Нанотехнология в электронике может осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях различных форм собственности и в научно-исследовательских организациях, занимающихся исследованием, производством и эксплуатацией материалов и изделий электронной техники.

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности выпускника по профилю Нанотехнология в электронике подготовки в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки являются: материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника выпускник подготовлен по профилю Нанотехнология в электронике к основному виду профессиональной деятельности - научно-исследовательской, и дополнительному виду деятельности - проектно-конструкторской.

2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника

Бакалавр по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля Нанотехнология в электронике должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и бакалаврской программой:

научно-исследовательская деятельность:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;

- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

проектно-конструкторская деятельность:

- проведение технико-экономического обоснования проектов;
- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
- расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

3. Планируемые результаты освоения ООП

Результаты освоения ООП ВО определяются приобретаемыми бакалавром компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения, и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения данной ООП ВО бакалавр должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК) и профессиональными компетенциями (ПК):

общекультурными компетенциями:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);

общепрофессиональными компетенциями:

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4);
- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);
- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- способностью использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8);

– способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

компетенциями по видам деятельности:

научно-исследовательская деятельность:

– способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);

– способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);

– готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3);

проектно-конструкторская деятельность:

– способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (ПК-4);

– готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5);

– способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6);

– готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-7);

дополнительные компетенции, устанавливаемые вузом:

– готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники (ПК-19).

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций данной ООП по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника разработана матрица соответствия компетенций и составных частей ООП (приложение 1).

4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

В соответствии с п.39 Типового положения о вузе и ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП ВО регламентируется учебным планом с учетом его профиля; рабочими программами учебных курсов, предметов, дисциплин; материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся; программами учебных и производственных практик; годовым календарным учебным графиком, а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.

4.1. Календарный учебный график

Последовательность реализации ООП ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (профиль Нанотехнология в электронике) по годам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговую аттестации, каникулы) (приложение 2) отражается в базовом и рабочем учебных планах.

4.2. Учебный план

Учебный план прилагается (приложение 3).

4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин прилагается (приложение 4).

4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик

При реализации данной ООП ВО предусматривается учебная вычислительная практика во втором семестре продолжительностью 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы). Аннотация программы учебной вычислительной практики прилагается (приложение 5).

При реализации данной ООП ВО предусматривается научно-исследовательская работа в четвёртом семестре продолжительностью 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

Аннотация программы учебной научно-исследовательской работы прилагается (приложение 5).

При реализации данной ООП ВО предусматриваются производственные практики (приложение 5):

- производственная технологическая практика: 4 семестр, продолжительность – 3 недели (162 часа, 4,5 зачетные единицы);

- производственная проектно-конструкторская практика: 6 семестр, продолжительностью 3 недели (162 часа, 4,5 зачетные единицы)

- преддипломная практика: 8 семестр, продолжительность 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Ресурсное обеспечение данной ООП ВО формируется на основе требований к условиям реализации ООП ВО, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом рекомендаций соответствующей ООП ВО.

Образовательная технология включает в себя конкретное представление планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия студента и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и степени обученности студента.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Учебный процесс предусматривает встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Лекционные занятия составляют не более 50% от общего объема аудиторных занятий, отведённых на реализацию блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплины (модули) по выбору составляют не менее 30% от объёма часов вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения. При интерактивном обучении реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Основная цель применения методов активизации образовательной деятельности – обеспечить системный подход к процессу отбора, структурирования и представления учебного материала, стимулировать мотивацию студентов к его усвоению и пониманию, развить у обучаемых творческие способности и умение работать в коллективе, сформировать чувство личной причастности к коллективной работе и ответственности за результаты своего труда.

На занятиях используются следующие современные образовательные технологии: проблемное обучение, информационные технологии, междисциплинарное обучение и др.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы;
- междисциплинарные проекты.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Учебно-методическое обеспечение ООП направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника подготовки бакалавров в полном объеме содержится в рабочих программах дисциплин, фонде оценочных средств, программах практик и итоговой аттестации.

Содержание учебно-методических материалов обеспечивает необходимый уровень и объем образования, включая и самостоятельную работу бакалавров, а также предусматривает контроль качества освоения студентами ООП в целом и отдельных ее компонентов (приложение 6).

При использовании электронных изданий (приложение 7) вуз обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Вуз обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

ВУЗ располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза, и действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам (приложение 7).

Минимально необходимый для реализации ООП бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя: измерительные, диагностические, технологические комплексы, оборудование и установки, а также персональные компьютеры и рабочие станции, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области микроэлектроники.

Физический факультет располагает достаточной материально-технической базой для проведения всех видов лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работы студентов-бакалавров, предусмотренных учебным планом.

Для проведения лабораторных занятий на физическом факультете имеется современное технологическое оборудование: вакуумные технологические установки для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок; электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения оксидов с заданными стехиометрией и свойствами; рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500; растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором Oxford Instruments для диагностирования морфологии оксидных и металлических нанослоев, составляющих мемристорную структуру; просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры оксидных и металлических нанослоев; рентгеновский дифрактометр ДРОН-4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев, составляющих мемристорную структуру; спектрофотометр СФ-56 на основе монохроматора МДР-3; установка для исследования фотолюминесценции оксидных нанослоев; многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением, прецизионный LCR измеритель НЮКИ- 3522-50; измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов и природы мемристорных эффектов.

На кафедре физики твердого тела и наноструктур занятия обеспечены следующим аудиторно-лабораторным оборудованием:

- мультимедийный кабинет: ноутбук Toshiba Satellite A200-1M5, проектор InFocus LP70+;

- лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);

- лаборатория технологии наноструктур и наноматериалов: вакуумные технологические установки для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок, электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения оксидов с заданными стехиометрией и свойствами, растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором Oxford Instruments для диагностирования морфологии оксидных и металлических нанослоев, просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры оксидных и металлических нанослоев, многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным

программным обеспечением, прецизионный LCR измеритель HIOKI-3522-50, измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов;

– лаборатория физических основ электроники и наноэлектроники: установка импеданс- спектроскопии на базе спектрометра Instek LCR-619, генератор сигналов специальной формы Г6-27 (2 шт.), генератор сигналов высокочастотный Г4-4102 (2 шт.), частотомер электронносчетный ЧЗ-44, источник питания постоянного и переменного тока Instek GPC 3030DC, вольтметры универсальные В7-16 (2 шт), осциллограф С1-67 (2шт.);

– лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов);

– лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиян ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.

Для проведения численных расчетов зонных спектров и электронного строения систем различной размерности (от трехмерных до нольмерных) имеются программные пакеты Wien2k и Gaussian 9, а также программные пакеты собственной разработки. Также имеется база данных PC-PDF и программный пакет для определения фазового состава по данным рентгеновской дифракции.

Практические и лабораторные занятия по курсам проектирования электронной компонентной базы, топологии и технологии изделий микро- и наноэлектроники проводятся с использованием современных средств функционально-логического, схемотехнического и приборно-технологического проектирования: Quartus II, ModelSim, Tanner, ISE TCAD (Sentaurus), Cadence, Microwave, LabView. Кафедра физики твердого тела и наноструктур является участником Программы поддержки университетов, проводимой фирмой Altera – мировым производителем программируемых логических интегральных схем.

В лекционных и семинарских аудиториях установлены мультимедийные проекторы и компьютеры для презентаций с доступом в Интернет.

Практические занятия и научно-исследовательская работа студентов-бакалавров проводятся и в лабораториях Центра коллективного пользования, в которых студентам предоставляется возможность работы на современном оборудовании для исследования объектов микро- и наноэлектроники.

Материально-техническая база, имеющаяся на факультете, обеспечивает проведение учебного процесса в полном объеме. Факультет располагает двумя поточными лекционными аудиториями, оснащенными мультимедийными проекторами и компьютерами для презентаций с доступом в Интернет, аудиториями для проведения семинарских и лекционных для группы 15-20 человек, 7 лабораториями, оснащенными современной вычислительной техникой на каждого студента (10-15 человек) и имеющими условия для проведения семинаров с использованием проекционного оборудования. Учебные аудитории отвечают санитарно-гигиеническим нормам.

Доля научно-педагогических работников, имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемых дисциплин, составляет не менее 70% от общего числа научно-педагогических работников, реализующих данную ООП бакалавриата.

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, составляет не менее 50 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора имеют не менее 8 процентов преподавателей (приложение 8).

6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников

В университете созданы условия для активной жизнедеятельности обучающихся, для гражданского самоопределения и самореализации, для максимального удовлетворения потребностей студентов в интеллектуальном, духовном, культурном и нравственном развитии.

Сформирована система социальной и воспитательной работы. Функционируют следующие структурные подразделения:

- Управление по социальной и воспитательной работе (УВСПР);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодёжных инициатив;
- Психолого-консультационная служба (в составе УВСПР);
- Спортивный клуб (в составе УВСПР);
- Концертный зал ВГУ (в составе УВСПР);
- Фотографический центр (в составе УВСПР);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе УВСПР).

Системная работа ведётся в активном взаимодействии с:

- Профсоюзной организацией студентов;
- Объединенным советом обучающихся;
- Студенческим советом студгородка;
- Музеями ВГУ;
- двумя дискуссионными клубами;
- туристским клубом «Белая гора»;
- Клубом интеллектуальных игр;
- четырьмя волонтерскими организациями;
- Управлением по молодёжной политике Администрации Воронежской области;
- Молодежным правительством Воронежской области;
- Молодежным парламентом Воронежской области.

В составе Молодёжного правительства и Молодёжного парламента Воронежской области 60% это студенты университета.

Координационным органом студенческих объединений ВГУ является Совет обучающихся, определяющий ключевые направления развития внеучебной жизни в университете и призванный обеспечить эффективное развитие студенческих организаций, входящих в его состав.

В состав Совета обучающихся ВГУ входят следующие студенческие организации, реализующие проекты по различным направлениям воспитательной деятельности:

- Студенческий совет
- Молодежное движение доноров Воронежа «Качели»
- Клуб интеллектуальных игр ВГУ
- Юридическая клиника ВГУ и АЮР
- Научно-популярный Лекторий
- Штаб студенческих отрядов ВГУ
- Всероссийский Студенческий Турнир Трёх Наук
- Федеральный образовательный проект «Инфопоток»
- Школа актива ВГУ
- Археологическое наследие Центрального Черноземья
- Студенты – Детям

На физическом факультете общим руководством воспитательной деятельностью занимается декан, текущую работу осуществляют и контролируют заместители декана, педагоги-организаторы, кураторы учебных групп и органы студенческого самоуправления.

В университете 8 студенческих общежитий. Работают 30 спортивных секций по 34 видам спорта.

Студентам предоставляется возможность летнего отдыха в спортивно-оздоровительном комплексе «Веневитиново», г. Анапа, на острове Корфу (Греция). Организуются экскурсионные поездки по городам России, бесплатное посещение театров, музеев, выставок, катков, спортивных матчей, бассейнов.

Работает отдел содействия трудоустройству выпускников.

В университете реализуются социальные программы для студентов, в том числе выделение социальной помощи малообеспеченным и нуждающимся, социальная поддержка отдельных категорий обучающихся.

7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

В соответствии с требованиями ФГОС ВО и рекомендациями ООП ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств.

Эти фонды включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных и контрольных работ, коллоквиумов, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы; примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП бакалавриата

Итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

На основе Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации, требований ФГОС ВО и рекомендаций ООП ВО по соответствующему направлению подготовки разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ.

В итоговую аттестацию входит защита выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). Бакалаврские работы выполняются по темам, утвержденным Ученым советом факультета.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе бакалаврской подготовки Нанотехнология в электронике, которую он освоил за время обучения.

При организации работы над бакалаврской работой кафедра после завершения теоретического обучения в 7-м семестре проводит работу по выбору и утверждению тем бакалаврских работ. Темы всех бакалаврских работ соответствуют тематике работы кафедры.

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач:

- математическое и компьютерное моделирование материалов, компонентов, электронных приборов и устройств твердотельной микро- и наноэлектроники различного функционального назначения;

- анализ и разработка методов теоретического и экспериментального исследования конструкции и технологии компонентной базы современной электроники;

- исследование физических процессов в наноструктурированных материалах;

- исследование физико-химических процессов при магнетронном и термическом нанесении металлических и диэлектрических нанослоев.

Непосредственное руководство бакалаврами осуществляется только руководителями, имеющими ученую степень.

Требования, обусловленные специализированной подготовкой бакалавра, включают:

владение:

- навыками самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- методами исследования, проектирования и применения наноматериалов, компонентов наносистемной техники, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики;
- методами и средствами компьютерного моделирования физических процессов и явлений в объектах наноэлектроники;
- информационными и телекоммуникационными технологиями в образовании и науке;

умение:

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и производственной деятельности, и требующие углубленных профессиональных знаний;
- выбирать необходимые методы исследования, расчета и конструирования компонентов наносистемной техники, исходя из конкретных задач;
- обобщать и обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, обзоров, докладов, рефератов и статей, оформленных в соответствии с общепринятыми нормами, с привлечением современных средств редактирования и печати;
- использовать математический аппарат и численные методы, физические и математические физико-химические модели процессов и явлений, лежащих в основе синтеза и анализа наноматериалов и компонентов наносистемной техники;
- ориентироваться в номенклатуре современных наноматериалов и компонентов наносистемной техники типовых технологических и контрольно-измерительных процессах;
- применять типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и производственных задач нанотехнологии и нанодиагностики;
- использовать новые физические явления и физико-химические процессы для создания перспективных материалов, приборов, устройств, механизмов и машин;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся

Наряду с классическими формами обучения на кафедрах, осуществляющих учебный процесс по направлению в рамках ООП, предусматривается:

- использование деловых игр, исследований конкретных производственных ситуаций, имитационного обучения и иных интерактивных форм занятий в объеме не менее 20%, тестирования;

- приглашение ведущих специалистов – практиков из числа руководителей отраслевых предприятий для проведения мастер-классов по дисциплинам профессионального цикла;

- применение образовательных баз знаний и информационных ресурсов глобальной сети Internet для расширения возможностей изучения дисциплин учебного плана и ознакомления с последними достижениями в различных отраслях науки и техники;

- применение ПЭВМ и программ компьютерной графики по циклам общих математических и естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин при проведении практических занятий, курсового проектирования и выполнении ВКР.

Для самостоятельной работы студентов предусматривается разработка по всем дисциплинам ООП методических рекомендаций, с помощью которых студент организует свою работу. В процессе самостоятельной работы студенты имеют возможность контролировать свои знания с помощью разработанных тестов по дисциплинам специальности.

В дисциплинах профессионального цикла предусмотрено использование инновационных технологий (интерактивные доски, средства телекоммуникации, мультимедийные проекторы, сочлененные с ПЭВМ, специализированное программное обеспечение и средства компьютерной диагностики).

Кроме того, в образовательном процессе используются следующие инновационные методы:

- применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий;

- применение активных методов обучения, «контекстного обучения» и «обучения на основе опыта»:

- использование проектно-организационных технологий обучения работе в команде над комплексным решением практических задач.

Программа составлена: кафедрой физики твердого тела и наноструктур

Программа одобрена научно-методическим советом физического факультета

Декан физического факультета _____ /А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой физики
твердого тела и наноструктур _____ /Э.П. Домашевская /

Куратор программы _____ /Ю.Э. Корчагин/

1.1. МАТРИЦА соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств (часть 1)

Индекс компетенции	Циклы, дисциплины	Блок Б1 (дисциплины)																																	
		Б1 Базовая часть																								Б1.В Вариативная часть									
		Дисциплины																								Б1.В.ОД Обязательные дисциплины									
		Б1.Б.1 История	Б1.Б.2 Философия	Б1.Б.3 Экономика	Б1.Б.4 Правоведение	Б1.Б.5 Иностранный язык	Б1.Б.6 Социология	Б1.Б.7 Русский язык и культура речи	Б1.Б.8.1 Математический анализ	Б1.Б.8.2 Аналитическая геометрия	Б1.Б.8.3 Линейная алгебра	Б1.Б.8.4 Векторный и тензорный анализ	Б1.Б.8.5 Теория функций комплексного переменного	Б1.Б.8.6 Дифференциальные уравнения	Б1.Б.8.7 Интегральные уравнения и вариационное исчисление	Б1.Б.8.8 Теория вероятностей и математическая статистика	Б1.Б.8.9 Методы математической физики	Б1.Б.8.10 Численные методы	Б1.Б.8.9 Информационные технологии	Б1.Б.10 Экология	Б1.Б.11 Физика	Б1.Б.12 Квантовая механика и статистическая физика	Б1.Б.13 Безопасность жизнедеятельности	Б1.Б.14 Физическая культура	Б1.Б.15 Физика полупроводников	Б1.В.ДО.1 Кристаллография и кристаллофизика	Б1.В.ДО.2 Физика конденсированного состояния	Б1.В.ДО.3 Материалы электронной техники	Б1.В.ДО.4 Основы технологии электронной компонентной базы	Б1.В.ДО.5 Метрология, стандартизация и технические измерения	Б1.В.ДО.6 Физические основы электроники	Б1.В.ДО.7 Теоретическая электроника			
Общекультурные компетенции																																			
ОК-1	способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции		+																																
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	+																																	
ОК-3	способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах			+																															
ОК-4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности				+																														
ОК-5	способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного					+			+																										

Приложение 2

Годовой календарный учебный график

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 Профиль: Нанотехнология в электронике Срок обучения: 4 года
 Квалификация: Бакалавр Форма обучения: очная

месяцы	сентябрь				октябрь					ноябрь				декабрь					январь				февраль				март				апрель					май				июнь				июль					август												
недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	48	50	51	52									
курсы																			Э	Э	К	К																								Э	Э	У	У	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К
I																			Э	Э	К	К	К																							Э	Э	П	П	П	К	К	К	К	К	К	К				
II																			Э	Э	К	К	К																							Э	Э	П	П	П	К	К	К	К	К	К	К				
III																			Э	Э	К	К														Э	Э	П	П	Д	Д	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К										
IV																																																													
V																																																													
VI																																																													

Обозначения:



- Теоретическое обучение



Э - Экзаменационная сессия



П - Практика (в том числе производственная)



Д - Выпускная квалификационная работа



У - Учебная практика



Н - НИР



Г - Госэкзамены



К - Каникулы



= - неделя отсутствует

Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Учебные практики	Производственные практики	Государственная итоговая аттестация	Квалификационная работа	Каникулы	ВСЕГО
I	36	4	2				10	52
II	34 1/3	4 2/3		5			8	52
III	36	4		3			9	52
IV	32	4		2	2	2	10	52
V								
VI								
ИТОГО	138 1/3	16 2/3	2	10	2	2	37	208

Приложение 3

Учебный план

Шифр	Наименования дисциплин	1 семестр					2 семестр					3 семестр					4 семестр					5 семестр					6 семестр					7 семестр					8 семестр									
		18 недель					17 недель					18 недель					17 недель					18 недель					16 недель					18 недель					12 недель									
		Часов		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	Часов		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	Зачет	Часов		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	Курсовые	Часов		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	Часов		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	Часов		лекции	лаборат.	экзамен	зачет		
<i>Б1</i>	Блок Б1																																													
<i>Б1.Б</i>	Базовая часть																																													
<i>Б1.Б.1</i>	<i>История</i>	18	18		1																																									
<i>Б1.Б.2</i>	<i>Философия</i>											18	18		1												18	18		1																
<i>Б1.Б.3</i>	<i>Экономика</i>											18	18		1																															
<i>Б1.Б.4</i>	<i>Правоведение</i>																																													
<i>Б1.Б.5</i>	<i>Иностранный язык</i>			36		1			36		1			36	1																															
<i>Б1.Б.6</i>	<i>Социология</i>																															18	18							1						
<i>Б1.Б.7</i>	<i>Русский язык и культура речи</i>	18	18			1																																								
<i>Б1.Б.8.1</i>	<i>Математический анализ</i>	36	36			1	36	36			1	36	36		1																															
<i>Б1.Б.8.2</i>	<i>Аналитическая геометрия</i>	36	36			1																																								
<i>Б1.Б.8.3</i>	<i>Линейная алгебра</i>						34	34			1																																			
<i>Б1.Б.8.4</i>	<i>Векторный и тензорный анализ</i>											18	18																																	
<i>Б1.Б.8.5</i>	<i>Теория функций комплексного переменного</i>																16	16		1																										
<i>Б1.Б.8.6</i>	<i>Дифференциальные уравнения</i>											36	18			1																														
<i>Б1.Б.8.7</i>	<i>Интегральные уравнения и вариационное исчисление</i>																									36	18			1																
<i>Б1.Б.8.8</i>	<i>Теория вероятностей и математическая статистика</i>											36	18			1																														
<i>Б1.Б.8.9</i>	<i>Методы математической физики</i>											18	18			1																														
<i>Б1.Б.8.10</i>	<i>Численные методы</i>																32	32			1																									
<i>Б1.Б.9</i>	<i>Информационные технологии</i>	18		36		1																																								
<i>Б1.Б.10</i>	<i>Экология</i>																									18		36		1																
<i>Б1.Б.11</i>	<i>Физика</i>	36	18	36		1	36	18	36		1	36	18	36		1	36	18	36		1																									
<i>Б1.Б.12</i>	<i>Квантовая механика и статистическая физика</i>																32	32			1										36	36			1											
<i>Б1.Б.13</i>	<i>Безопасность жизнедеятельности</i>																									36	18							1												

Б1.В.ДВ.4.2	Электронные свойства низкоразмерных систем																																					14	28	1	
Б1.В.ДВ.5	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.5.1	Физические основы микро- и нанотехнологий													18	36	1																									
Б1.В.ДВ.5.2	Технологические основы микро- и нанозлектроники												18	36	1																										
Б1.В.ДВ.6	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.6.1	Компьютерное моделирование наносистем																																					28	56	1	
Б1.В.ДВ.6.2	Квантовомеханические методы в физике наносистем																																					28	56	1	
Б1.В.ДВ.7	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.7.1	Микросхемотехника																										36	90	1												
Б1.В.ДВ.7.2	Основы цифровой электроники																										36	90	1												
Б1.В.ДВ.8	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.8.1	Специальный физический практикум по физике полупроводников																											72	1												
Б1.В.ДВ.8.2	Специальный физический практикум по физике полупроводниковых приборов																											72	1												
Б1.В.ДВ.9	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.9.1	Методы исследования и контроля полупроводников													18	54	1	1																								
Б1.В.ДВ.9.2	Физические методы анализа полупроводниковых структур												18	54	1	1																									
Б1.В.ДВ.10	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.10.1	Интегральная оптика и оптоэлектроника																																						14	42	1
Б1.В.ДВ.10.2	ИК спектроскопия наносистем																																						14	42	1
Б1.В.ДВ.11	Курс по выбору из:																																								
Б1.В.ДВ.11.1	Методы диагностики и анализа микро- и наносистем																																						14	42	1
Б1.В.ДВ.11.2	Методы диагностики и анализа поверхности материалов																																						14	42	1
ФТД.1	Квантовая информатика																																						28		1

Аннотации учебных курсов, дисциплин

Б1.Б.1 История

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью дисциплины «История» является: изучение целостного курса истории совместно с другими дисциплинами цикла; формирование у студентов современного мировоззрения; освоение ими современного стиля мышления.

В ходе изучения дисциплины «История» студенты должны:

знать основные закономерности исторического процесса, этапы исторического развития России, место и роль России в истории человечества и в современном мире;

уметь анализировать и оценивать социальную информацию; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом этого анализа;

владеть: навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики различного рода рассуждений,

а также иметь представление о сущности, форме и функции исторического знания; овладеть элементами исторического анализа; *знать*: понятийный аппарат исторической науки, основные методы исследования истории; сущность, содержание, особенности развития отечественной истории; основной спектр концепций исторического развития, точек зрения по частным историческим проблемам; *уметь*: самостоятельно анализировать исторические факты; применять принципы историзма объективности в анализе исторического материала; применять полученные знания и умения при анализе современных социально-экономических и социально-политических проблем современного этапа развития отечественной истории; иметь навыки работы с историческими источниками.

Место учебной дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «История» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: Сущность, формы, функции исторического знания. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника. Отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное. Методология и теория исторической науки. История России – неотъемлемая часть всемирной истории. Античное наследие в эпоху Великого переселения народов. Проблема этногенеза восточных славян. Основные этапы становления государственности. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности. Принятие христианства. Распространение ислама. Эволюция восточнославянской государственности в XI-XII вв. Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния. Россия и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого российского государства. Возвышение Москвы. Формирование сословной системы организации общества. Реформы Петра 1. Век Екатерины. Предпосылки и особенности складывания рос-

сийского абсолютизма. Дискуссии о генезисе самодержавия. Особенности и основные этапы экономического развития России. Эволюция форм собственности на землю. Структура феодального землевладения. Крепостное право в России. Мануфактурно-промышленное производство. Становление индустриального общества в России: общее и особенное. Общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в. Реформы и реформаторы в России. Русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру. Роль XX столетия в мировой истории. Глобализация общественных процессов. Проблема экономического роста и модернизации. Революции и реформы. Социальная трансформация общества. Столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма. Россия в начале XX в. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века. Политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика. Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса. Революция 1917г. Гражданская война и интервенция, их результаты и последствия. Российская эмиграция. Социально-экономическое развитие страны в 20-е гг. НЭП. Формирование однопартийного политического режима. Образование СССР. Культурная жизнь страны в 20-е гг. Внешняя политика. Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. СССР накануне и в начальный период второй мировой войны. Великая Отечественная война. Социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы. Холодная война. Попытки осуществления политических и экономических реформ. НТР и ее влияние на ход общественного развития. СССР в середине 60-80-х гг. Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал. Распад СССР. Беловежские соглашения. Октябрьские события 1993 г. Становление новой российской государственности (1993-1999 гг.). Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации. Культура в современной России. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-2

Б1.Б.2 Философия

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины «Философия» - способствование формированию у студентов целостного, системного представления о мире и месте человека в нем, воспитание способности и потребности к философской рефлексии, философской оценке явлений и процессов действительности, усвоение представлений о сложности бытия, раскрытие его многоуровности и многообразия.

В ходе изучения дисциплины «Философия» студенты должны:

- знать* основные разделы и направления философии, методы и приемы философского анализа проблем;
- уметь* анализировать и оценивать социальную информацию; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом этого анализа;
- владеть*: навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики различного рода рассуждений

Задачи изучения дисциплины:

- 1) познакомить студентов с проблемами, идеями и концепциями, выработанными в процессе исторического развития философской мысли;
- 2) раскрыть специфику философского мировоззрения, понимания ценности и пользы философского взгляда на жизнь;
- 3) способствовать развитию самопознания, понимания своих индивидуальных особенностей, соответствующих потребностей и возможностей их реализации;
- 4) выработка у студентов потребности в самосовершенствовании, помощь им в определении путей и способов достижения вершин в своей личной и профессиональной деятельности;
- 5) развитие у студентов творческого мышления, одним из важнейших моментов которого является способность проблемного видения постигаемых реалий мира;
- 6) формирование у студента физического факультета представлений о единстве и многообразии окружающего мира, о связи физического и химического, химического и биологического уровней реальности на базе философского осмысления проблемы бытия;
- 7) знакомство студентов физического факультета с основными формами организации научного знания, закономерностями научного познания, раскрытие принципов системности, эволюционизма и самоорганизации, составляющих ядро современной научной картины мира;
- 8) развитие умений логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем;
- 9) содействовать овладению приемами ведения дискуссии, полемики, диалога в области философских и общенаучных проблем.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Философия» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и микроэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Курс философии состоит из двух частей: исторической и теоретической. В ходе освоения историко-философского раздела студенты знакомятся с процессом смены типов познания в истории человечества, обусловленных спецификой цивилизации и культуры отдельных регионов, стран и исторических эпох. Теоретический раздел курса включает в себя основные проблемы бытия и познания, рассматриваемые как в рефлексивном, так и в ценностном планах. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: Предмет философии. Место и роль философии в культуре. Становление философии. Основные направления, школы философии и этапы ее исторического развития. Структура философского знания. Учение о бытии. Монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия. Понятия материального и идеального. Пространство, время. Движение и развитие, диалектика. Детерминизм и индетерминизм. Динамические и статистические закономерности. Научные, философские и религиозные картины мира. Человек, общество, культура. Человек и природа. Общество и его структура. Гражданское общество и государство. Человек в системе социальных связей. Человек и исторический процесс; личность и массы, свобода и необходимость. Формационная и цивилизационная концепции общественного развития. Смысл человеческого бытия. Насилие и ненасилие. Свобода и ответственность. Мораль, справедливость, право. Нравственные ценности. Представления о совершенном человеке в различных культурах. Эстетические ценности и их роль в человеческой жизни. Религиозные ценности и

свобода совести. Сознание и познание. Сознание, самосознание и личность. Познание, творчество, практика. Вера и знание. Понимание и объяснение. Рациональное и иррациональное в познавательной деятельности. Проблема истины. Действительность, мышление, логика и язык. Научное и вненаучное знание. Критерии научности. Структура научного познания, его методы и формы. Рост научного знания. Научные революции и смены типов рациональности. Наука и техника. Будущее человечества. Глобальные проблемы современности. Взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-1, ОК-7

Б1.Б.3 Экономика

Цели и задачи учебной дисциплины:

Изучение дисциплины "Экономика" имеет своей целью обеспечить подготовку высококвалифицированных бакалавров, обладающих необходимыми знаниями в области экономической теории, позволяющими разбираться и ориентироваться в происходящих экономических процессах и явлениях, в том числе связанных с их будущей профессиональной деятельностью.

В ходе изучения дисциплины «Экономика» студенты должны:
знать основы экономики и организации производства, систем управления предприятиями; основы трудового законодательства;
уметь применять современные экономические методы, способствующие повышению эффективности использования ресурсов для обеспечения научных исследований и промышленного производства;
владеть: навыками критического восприятия информации.

Для реализации данной цели ставятся следующие задачи:

- изучить базовые экономические категории;
- раскрыть содержание экономических отношений и законов экономического развития;
- изучить экономические системы, основные микро- и макроэкономические проблемы, рынок, рыночный спрос и рыночное предложение;
- усвоить принцип рационального экономического поведения хозяйствующих субъектов в условиях рынка;
- уяснить суть основных аспектов функционирования мировой экономики.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Экономика» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Экономические и правовые основы функционирования предприятия. Статус предприятия, его задачи и функции. Внешняя и внутренняя среда предприятия, его рыночная ориентация.

Классификация предприятий. Порядок создания, реорганизации и ликвидации предприятия. Устав предприятия. Организационно-правовые формы предприятий.

Имущество предприятия, источники его формирования.

Основной и оборотный капитал предприятия. Классификация основных средств, их структура. Учет и оценка основных средств предприятия. Износ и воспроизводст-

во основных средств. Амортизация основных средств, методы начисления. Показатели и анализ использования основных средств предприятия. Производственная мощность предприятия, оценка эффективности ее использования.

Инвестиции и инновации на предприятии. Оценка стоимости предприятия. Состав и структура основных средств. Источники образования оборотного капитала. Определение потребности предприятия в оборотном капитале. Развитие договорных отношений. Показатели использования оборотных средств. Повышение эффективности использования оборотных средств.

Общее определение издержек производства. Виды издержек на предприятии. Предельные и «вмененные» издержки. Формирование издержек производства. Классификация затрат по экономическим элементам и статьям калькуляции. Планирование себестоимости продукции, показатели, методы расчетов. Резервы и пути снижения себестоимости продукции.

Экономическое содержание и функции цен. Виды цен, их структура. Механизм рыночного ценообразования. Ценовая эластичность. Методы определения цен. Ценовая конкуренция.

Объем продаж и положение предприятия на рынке. Доход предприятия, его определение и виды. Средства накопления и потребления предприятия. Прибыль предприятия, виды. Рентабельность производства. Уровень экономического успеха. Экономический крах. Финансовые ресурсы предприятия, источники их формирования. Кредитование предприятий, основные принципы и формы. Ценные бумаги предприятий. Операции с ними.

Комплексная оценка эффективности решений. Методы оценки инвестиционных проектов. Оценка рисков при обосновании решений. Особенности определения эффективности инвестиций в технологию, автоматизацию производства и дизайнские проекты.

Предприятия как самостоятельная производственная система, ее особенности, сущность функционирования. Характеристика комплекса функциональных подсистем организации производства. Общая и производственная структура предприятия. Производственный процесс, его структура. Основные принципы организации производственных процессов. Формы специализации цехов, участков. Особенности организации производственных процессов на различных предприятиях. Комплексная автоматизация производства.

Содержание и задачи оперативного управления производством. Календарно-плановые нормативы. Системы оперативного планирования производства.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-3.

Б1.Б.4 Правоведение

Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины «Правоведение» является: изучение первичных основ и представлений об основных категориях права; действующей системы норм, правил по различным отраслям знаний, законов, иных правовых источников.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Правоведение» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: Государство и право. Их роль в жизни общества. Норма права и нормативно-правовые акты. Основные правовые системы современности. Международное право как особая система права. Источники российского права. Закон и подзаконные акты. Система российского права. Отрасли права. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. Конституция Российской Федерации - основной закон государства. Особенности федеративного устройства России. Система органов государственной власти в Российской Федерации. Понятие гражданского правоотношения. Физические и юридические лица. Право собственности. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение. Наследственное право. Брачно-семейные отношения. Взаимные права и обязанности супругов, родителей и детей. Ответственность по семейному праву. Трудовой договор (контракт). Трудовая дисциплина и ответственность за ее нарушение. Административные правонарушения и административная ответственность. Понятие преступления. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Экологическое право. Особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности. Правовые основы защиты государственной тайны. Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты информации и государственной тайны.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Коды формируемых (сформированных) компетенций ОК-4.

Б1.Б.5 Иностранный язык

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины – формирование произносительных навыков и умений, а также формирование умений построения простых и сложных иностранных предложений; ознакомление с лексическими и грамматическими особенностями иностранного языка; овладение специальной лексикой (1500 л.е.); совершенствование навыков и умений чтения оригинальных текстов; развитие монологической и диалогической речи, связанной с профессиональной деятельностью на базе специальной лексики; развитие умений реферирования и аннотирования статей по специальности.

В ходе изучения дисциплины «Иностранный язык» студенты должны:

знать: лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера;

уметь: читать научную литературу по специальности со словарем (изучающее чтение) и без словаря (ознакомительное, просмотровое и поисковое чтение);

владеть: иностранным языком в объёме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Иностранный язык» является частью базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке; основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции. Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об основных способах словообразования. Грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию без искажения смысла при письменном и устном общении общего характера; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля. Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Говорение. Диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад). Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. Чтение. Виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности. Письмо. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

Форма текущей аттестации: опрос, тестирование.

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-5.

Б1.Б.6 Социология

Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины «Социология» является: сформировать у студентов систему теоретических знаний об обществе, знание основных парадигм и навыков анализа социальной реальности.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Социология» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

Предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки. Социологический проект О. Конта. Классические социологические теории. Современные социологические теории. Русская социологическая мысль. Общество и социальные институты, мировая система и процессы глобализации. Социальные группы и общности. Виды общностей. Общность и личность. Малые группы и коллективы. Социальная организация. Социальные движения. Социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность. Понятие социального статуса. Социальное взаимодействие и социальные отношения. Общественное мнение как

институт гражданского общества. Культура как фактор социальных изменений. Взаимодействие экономики, социальных отношений и культуры. Личность как социальный тип. Социальный контроль и девиация. Личность как деятельный субъект. Социальные изменения. Социальные революции и реформы. Концепция социального прогресса. Формирование мировой системы. Место России в мировом сообществе. Методы социологического исследования.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-6.

Б1.Б.7 Русский язык и культура речи

Цели и задачи учебной дисциплины.

Цель изучения курса «Русский язык и культура речи» – формирование личности, владеющей теоретическими знаниями о структуре русского языка и особенностях его функционирования, обладающей устойчивыми навыками порождения высказывания в соответствии с коммуникативным, нормативным и этическим аспектами культуры речи, то есть способной к реализации в речевой деятельности своего личностного потенциала.

В связи с этим учебная дисциплина «Русский язык и культура речи» должна решать следующие задачи: познакомить с системой норм русского литературного языка на фонетическом, лексическом, словообразовательном, грамматическом уровне; дать теоретические знания в области нормативного и целенаправленного употребления языковых средств в деловом и научном общении; сформировать практические навыки и умения в области составления и продуцирования различных типов текстов, предотвращения и корректировки возможных языковых и речевых ошибок, адаптации текстов для устного или письменного изложения; сформировать умения, развить навыки общения в различных ситуациях общения; сформировать у студентов сознательное отношение к своей и чужой устной и письменной речи на основе изучения её коммуникативных качеств.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Русский язык и культура речи» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Основные понятия культуры речи. Культура речи как научно-учебная дисциплина. Язык и речь. Язык как знаковая система. Функции языка. Соотношение понятий язык и речь: взаимообусловленность и взаимовлияние. Языковые единицы и уровни языковой системы. Речь как форма реализации языка. Проблемы культуры коммуникации: асимметрия между культурой общения и культурой речи. Типы речевой культуры носителей языка: элитарный, средне-литературный, литературно-разговорный, фамильярно-разговорный. Формы речи: специфика устной и письменной речи, классификационные признаки, характерные черты, языковые особенности.

2. Языковая норма. Динамичность развития языка и изменчивость норм. Типы норм (орфоэпические, лексические, грамматические, орфографические, пунктуационные и др.). Типы нормативных словарей и принципы работы с ними. Значимость нормативного аспекта для речевой коммуникации. Современное речевое пространство. Норма и дискурс, норма и узус. Разговорная речь и норма. Асим-

метрия между разговорной речью и литературной нормой в сфере речевой коммуникации.

3. Стилистика. Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей. Характеристика стилей: сфера функционирования; лексические, словообразовательные, морфологические, синтаксические особенности; жанры; особенности организации текстов. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов.

4. Риторика и деловой язык. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Основные виды аргументов. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи. Речевые тактики в речевой коммуникации. Формы устного делового общения. Речевое манипулирование. Речевой этикет. Специфика русского речевого этикета: тактичность, предупредительность, откровенность, толерантность, участие. Техника реализации этикетных форм: приветствие (обращение), завязка, развитие, кульминация, развязка. Обстановка общения и этикетные формулы. Виды письменной деловой коммуникации. Организационно-распорядительная документация как разновидность письменной деловой речи. Языковые формулы официальных документов. Язык и стиль распорядительных документов, коммерческой корреспонденции, инструктивно-методических документов.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачёт.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-5.

Б1.Б.8.1 Математический анализ

Цели и задачи учебной дисциплины: изучение дифференциального и интегрального исчисления функции одной вещественной переменной, лежащего в основе всех физических и математических курсов. Изучение определенного интеграла, который представляет собой важный вопрос курса математического анализа на физическом факультете и имеет приложения в большинстве математических и физических дисциплин. Изучение дифференциального исчисления функций нескольких переменных. Изучение кратных и криволинейных интегралов. Числовые ряды, сходимость, абсолютная и условная сходимость, функциональные ряды, степенной ряд, радиус сходимости степенного ряда, ряд Фурье, интеграл Фурье.

В результате изучения базовой части цикла студент должен:

- *знать* основные понятия и методы математического анализа;
- *уметь* применять математические методы для решения практических задач;
- *владеть* методами интегрального и дифференциального исчисления.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Математический анализ» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

1. Предмет математики. Введение в анализ

Предмет математики. Связь с другими науками. Историческая справка.

Понятие множества. Операции с множествами. Общее определение функции. Область определения и область изменения. Функция действительного переменного. Способы задания функции. Определение графика функции. Графики элементарных функций (прямая, парабола, кубическая парабола, окружность, гипербола, показательная и логарифмическая функции, тригонометрические функции). Обратные тригонометрические функции и их свойства. Преобразование графиков. Построение графиков с помощью цепочки преобразований. Действия с графиками. График сложной функции. График функции, заданной параметрически. Полярные координаты.

2. Пределы последовательности и функции

Понятие последовательности действительных чисел. Предел последовательности. Геометрический смысл предела последовательности. Теорема о единственности предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Предельные переходы в равенствах и неравенствах. Монотонные последовательности. Подпоследовательность, частичные пределы, верхний и нижний пределы последовательности действительных чисел. Лемма о вложенных промежутках. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности.

Предел функции действительного переменного по Коши и по Гейне. Геометрический смысл предела функции действительного переменного. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Односторонние пределы. Классификация бесконечно малых и бесконечно больших величин. Эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие величины. Первый и второй замечательные пределы.

3. Непрерывность функции

Непрерывность функции действительного переменного. Арифметические действия с непрерывными функциями. Непрерывность сложной функции. Односторонняя непрерывность. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции. Сохранение знака непрерывной функции. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Классификация точек разрыва.

4. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

Производные и односторонние производные, бесконечные производные. Геометрический и физический смысл производной. Правила дифференцирования и таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Производная сложной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Инвариантность формы первого и неинвариантность формы высших дифференциалов. Параметрически заданные функции и их дифференцирование. Основные теоремы дифференциального исчисления Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталю раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора и ее связь с задачей приближенного вычисления значений функции. Признаки монотонности. Экстремумы и правила их нахождения. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба. Асимптоты. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций и построению графиков.

5. Интегральное исчисление функций одной переменной.

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Техника интегрирования (непосредственное интегрирование с помощью таблиц, метод разложения, замена переменной, интегрирование по частям, приведение квадратного трехчлена к каноническому виду). Примеры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на множители. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших рациональных дробей. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций. Сведение интегралов от ирра-

циональных и тригонометрических функций к интегрированию рациональных функций.

Определенный интеграл. Условие существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Интеграл как функция верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница. Теорема о среднем. Приложение определенного интеграла к вычислению площадей плоских фигур, площадей поверхности тел вращения и некоторых объемов. Параметрически заданные кривые. Длина дуги кривой.

6. Функции многих переменных

Основные понятия на плоскости (расстояние между точками, окрестность точки, внутренняя точка, изолированная точка, граничная точка, открытое множество, связное и несвязное множества, область, замкнутая область, ограниченное множество). Аналогия с пространством. Предел последовательности векторов. Теорема о покоординатной сходимости. Пределы и непрерывность. Двойные и повторные пределы. Примеры. Непрерывность по совокупности переменных и по отдельной переменной. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные. Дифференцируемость функции многих переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Достаточные условия дифференцируемости функции многих переменных. Теоремы о взаимосвязи между дифференцируемостью, непрерывностью и существованием частных производных функции многих переменных. Производная сложной функции. Дифференциал функции многих переменных. Производная по направлению. Градиент. Связь производной по направлению с градиентом. Условие возрастания (убывания) функции в точке. Производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных. Исследование функций многих переменных, условие постоянства, условие монотонности в указанном направлении. Формула Тейлора. Экстремум. Неявные функции. Теоремы о существовании неявной функции. Функциональные определители. Существование системы неявных функций. Взаимнооднозначное отображение двух множеств векторного пространства. Условный экстремум. Правило множителей Лагранжа. Примеры.

7. Кратные интегралы.

Кратные интегралы. Площадь многоугольной фигуры. Мера Жордана. Измеримые множества. Необходимое и достаточное условие измеримости множества на плоскости. Свойства меры Жордана. Определение двойного интеграла. Суммы Дарбу и их свойства. Критерий существования двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному. Криволинейные координаты на плоскости. Полярные и эллиптические координаты. Замена переменных в двойном интеграле. Тройной интеграл. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле. Сферические и цилиндрические координаты.

8. Криволинейные и поверхностные интегралы

Определение криволинейных интегралов. Основные формулы вычисления криволинейных интегралов. Определения поверхностных интегралов первого и второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Математические и физические приложения криволинейных и поверхностных интегралов.

9. Ряды. Числовые, функциональные и степенные ряды

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций. Поточечная и равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости (критерий

Коши, мажорантный признак для последовательности, мажорантный признак Вейерштрасса для ряда). Равномерная сходимости и непрерывность, равномерная сходимости и интегрирование, равномерная сходимости и дифференцирование. Степенной ряд. Радиус сходимости. Дифференцирование и интегрирование степенного ряда. Ряд Тейлора.

10. Несобственные интегралы, интегралы, зависящие от параметра

Определение несобственных интегралов первого типа. Определение несобственных интегралов второго типа. Эталонные интегралы. Свойства сходящихся интегралов. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов. Мажорантный признак сравнения. Предельный признак сравнения. Абсолютная и условная сходимости несобственных интегралов. Признак Абеля. Признак Дирихле. Расширение методов интегрирования на несобственные интегралы. Замена переменных. Интегрирование по частям. Главное значение несобственного интеграла. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность по параметру. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы от параметра.

11. Ряд и интеграл Фурье

Постановка задачи. Пространство со скалярным произведением. Нормированное пространство. Сходимость в среднем. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная, равномерная сходимости и сходимости в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Обобщенный ряд Фурье. Свойства остатка ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсеваля. Замкнутые и полные ортонормальные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Теоремы о связи между замкнутой и полной системой. Ряд Фурье по ортогональной и ортонормированной системам функций. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля для этих рядов. Тригонометрический ряд Фурье. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Точечная и равномерная сходимости тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций. Двойные и тройные ряды Фурье.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус и косинус преобразования Фурье.

12. Элементы теории обобщенных функций

Класс основных (пробных) функций. Функциональное определение обобщенной функции. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта функция. Действия с обобщенными функциями. Секвенциальный подход к определению обобщенной функции.

Формы текущей аттестации: коллоквиум, контрольные работы.

Форма промежуточной аттестации: зачеты, экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.2 Аналитическая геометрия

Цели и задачи учебной дисциплины:

изучение методов аналитической геометрии для решения задач евклидовой геометрии на плоскости и в пространстве, изучение метода координат, векторной ал-

гебры, различных форм уравнений прямой линии на плоскости и в пространстве, уравнения плоскости, кривых и поверхностей второго порядка. Основными задачами учебной дисциплины являются: формирование у студентов знаний об основах аналитической геометрии и векторной алгебры, приобретение студентами навыков и умений по решению геометрических задач и использованию векторной алгебры, необходимых в курсах математического анализа в разделе «Кратные и криволинейные интегралы», в курсе «Векторный и тензорный анализ», «Электродинамика».

В результате изучения базовой части цикла студент должен:

- *знать* основные понятия и методы аналитической геометрии;
- *уметь* применять методы аналитической геометрии для решения практических задач;
- *владеть* методами аналитической геометрии.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Аналитическая геометрия» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Векторная алгебра.

Понятие вектора. Линейные операции над векторами. Линейная зависимость системы векторов. Геометрический смысл линейной зависимости. Базисы на плоскости и в пространстве, разложение вектора по базису. Проекция вектора на ось. Ортонормированные базисы, их особенность. Направляющие косинусы вектора. Скалярное, векторное, смешанное и двойное векторное произведения, их свойства, выражение через координаты сомножителей. Условие ортогональности, коллинеарности, компланарности векторов. Система координат, координаты точки, преобразование системы координат.

Раздел 2. Прямая и плоскость.

Способы задания линий на плоскости, линий и поверхностей в пространстве. Алгебраические линии и поверхности. Прямая на плоскости. Различные формы уравнения прямой: общее, параметрическое, каноническое, с угловым коэффициентом, в отрезках, нормальное. Пучок прямых. Плоскость в пространстве. Различные формы уравнения плоскости: общее, в отрезках, нормальное. Пучок и связка плоскостей. Прямая в пространстве. Различные формы уравнения прямой: общее, параметрическое, каноническое. Переход от одного задания к другому. Взаимное расположение двух плоскостей, прямой и плоскости, двух прямых в пространстве. Основные задачи на тему «Прямая и плоскость»: расстояние от точки до плоскости и прямой, расстояние между прямыми, углы между прямыми и плоскостями, условие пересечения двух прямых и т.д.

Раздел 3. Кривые и поверхности 2-го порядка.

Эллипс, гипербола, парабола, Определение, вывод канонического уравнения каждой из этих кривых, их свойства. Эксцентриситет и директрисы эллипса, гиперболы, параболы. Полярная система координат. Полярное уравнение эллипса, гиперболы, параболы. Общее уравнение кривой второго порядка. Приведение общего уравнения к каноническому виду с помощью поворота осей и переноса начала координат. Классификация кривых второго порядка. Поверхности второго порядка: эллипсоид, гиперболоиды, параболоиды, конусы и цилиндры, их канонические уравнения, свойства. Приведение уравнения поверхности второго порядка к каноническому виду.

Формы текущей аттестации: контрольная работа

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.3 Линейная алгебра

Цели и задачи учебной дисциплины: в широком понимании содержание курса линейной алгебры состоит в проработке математического языка для выражения одной из самых общих идей современного естествознания – идеи линейности. В процессе изучения курса линейной алгебры студенты изучают вопросы разрешимости и структуры решений систем линейных уравнений, осваивают абстрактные понятия линейного пространства, базиса, линейного оператора, билинейной и квадратичной формы, а также изучают конкретные примеры, дающие реализацию этих абстрактных понятий.

В результате изучения базовой части цикла студент должен:

- *знать* основные понятия и методы линейной алгебры;
- *уметь* применять методы линейной алгебры для решения практических задач;
- *владеть* методами линейной алгебры.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Линейная алгебра» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Матрицы и определители.

Прямоугольные матрицы. Сумма матриц, произведение матрицы на число, умножение матриц. Свойства этих операций. Перестановки, инверсии, транспозиции, подстановки. Определитель квадратной матрицы, свойства определителя. Разложение определителя по элементам строки или столбца. Теорема Лапласа. Определитель произведения матриц. Обратная матрица, критерий обратимости, вычисление обратной матрицы.

Раздел 2. Системы линейных уравнений.

Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Ранг произведения матриц. Элементарные преобразования строк матрицы и их применение к вычислению ранга матрицы. Системы линейных уравнений. Основные определения: частное и общее решения, совместные и несовместные системы, эквивалентность систем. Теорема Крамера. Критерий совместности систем линейных уравнений (теорема Кронекера - Капелли). Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Линейные однородные системы (ЛОС). Свойства решений. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема о ФСР. Структура общего решения ЛОС. Неоднородные системы (ЛНС). Структура общего решения ЛНС.

Раздел 3. Линейные пространства.

Аксиоматика линейного векторного пространства (ЛВП), примеры, свойства ЛВП. Линейная зависимость системы векторов в ЛВП. Базис и размерность ЛВП. Координаты вектора в данном базисе. Матрица перехода от одного базиса к другому, преобразование координат вектора при переходе к новому базису. Подпространство. Сумма и пересечение подпространств. Линейные оболочки и теоремы о размерности. Изоморфизм ЛВП. Евклидово пространство, определение и примеры. Неравенства Коши - Буняковского и треугольника. Общий вид скалярного про-

изведения в конечномерном евклидовом пространстве. Ортогональность и ортонормированность системы векторов. Процесс ортогонализации системы векторов.

Раздел 4. Линейные операторы.

Определение линейного оператора. Примеры. Образ и ядро линейного оператора. Матрица линейного оператора в данном базисе. Преобразование матрицы оператора при переходе от одного базиса к другому. Действия с линейными операторами. Обратный оператор, его свойства. Критерий обратимости. Подпространства, инвариантные относительно оператора. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора, их свойства. Характеристическое уравнение. Унитарный и самосопряженный операторы. Свойства собственных значений и векторов самосопряженного оператора. Существование ортонормированного базиса из собственных векторов самосопряженного оператора, нахождение его.

Раздел 5. Квадратичные формы.

Линейная, билинейная и квадратичная формы в ЛВП. Матрица квадратичной формы (КФ) и ее преобразование при переходе к новому базису. Ранг и индекс КФ. Теорема Лагранжа о приведении КФ к диагональному виду. Теорема Якоби. Закон инерции КФ. Критерий Сильвестра положительной определенности КФ.

Формы текущей аттестации: контрольная работа

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.4 Векторный и тензорный анализ

Цели и задачи учебной дисциплины:

Изучение взаимосвязи криволинейных, поверхностных и кратных интегралов, особенно формул Остроградского - Гаусса и Стокса, необходимо для изучения математической физики, электродинамики, квантовой механики и других физических курсов. Преобразование дифференциальных выражений с помощью набла - исчисления и замена переменных в дифференциальных операторах для криволинейных систем координат с помощью коэффициентов Ламэ являются основными техническими приемами при работе с уравнениями в частных производных. Методы тензорного исчисления применяются при изучении релятивистских теорий и для анализа сплошных сред.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. .

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Скалярные и векторные поля. Дифференциальные операторы. Правила набла-исчисления. Площадь поверхности. Поверхностные интегралы 1 и 2 рода. Формулы Остроградского-Гаусса и Стокса. Инвариантное определение дивергенции и ротора. Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Коэффициенты Ламэ. Формулы для градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа в ортогональной системе координат. Двойственные базисы. Ковариантные и контравариантные координаты векторов. Общее определение тензоров произвольного порядка. Запись в тензорных обозначениях преобразований координат векторов,

матриц линейных операторов и квадратичных форм. Тензоры деформаций, напряжений, относительных смещений.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.5 Б2 Теория функций комплексного переменного

Цели и задачи учебной дисциплины: изучение комплексных чисел, арифметических операций с комплексными числами и их геометрического смысла; изучение функций одного комплексного переменного и их основных свойств; изучение поведения функций комплексного переменного в многосвязных областях; развитие навыков вычисления производных и интегралов функции комплексного переменного; изучение основ операторного метода решения дифференциальных уравнений; изучение методов решения краевых задач электростатики и гидродинамики методом конформных отображений.

В результате изучения базовой части цикла студент должен:

- *знать* основные положения теории функций комплексного переменного ;
- *уметь* применять методы решений с применением функций комплексного переменного для практических задач;
- *владеть* методами теории функций комплексного переменного.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Понятие комплексного числа, арифметические действия над комплексными числами, различные формы записи комплексного числа, модуль и аргумент комплексного числа, понятие бесконечно удаленной точки. Предел числовой последовательности на комплексной плоскости, его геометрическая интерпретация. Понятие области в комплексной плоскости, односвязные и многосвязные области. Понятие функции комплексного переменного, однозначные и многозначные функции, предел функции комплексного переменного, элементарные функции комплексного переменного. Отображения, осуществляемые функциями комплексного переменного. Понятие аналитичности функции комплексного переменного, свойства аналитических функций. Теорема Коши. Ряды Тейлора, сходимость рядов Тейлора, область сходимости ряда Тейлора. Теоремы Вейерштрасса и Абеля; признаки Даламбера и Коши сходимости ряда, радиус сходимости ряда. Производная функции комплексного переменного; теорема Коши-Римана, дифференцируемость аналитических функций. Понятие интеграла функции комплексного переменного, связь с криволинейными интегралами, интеграл по кривой в комплексной плоскости, теорема Коши для односвязной и многосвязной областей; интегральная формула Коши, теорема Морера. Разложение не аналитической функции в степенной ряд, ряд Лорана. Сходимость ряда Лорана, область сходимости ряда Лорана, теорема Абеля. Классификация особых точек функции комплексного переменного на основании поведения ряда Лорана: устранимая, полюс, существенно особая. Понятие вычета. Основная теорема теории вычетов. Вычеты в конечной и бесконечно удаленной точках, формула вычета в полюсе m -го порядка. Приложение теории вычетов к вычислению определенных интегралов, интегралы Френеля и Дирихле. Теоремы сложения, подобия, запаздывания, смещения,

дифференцирования и интегрирования изображений, изображение производных любых порядков, интеграла, предельные соотношения между оригиналами и изображениями, теорема свертывания. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений,

Формы текущей аттестации: контрольная работа.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.6 Дифференциальные уравнения

Цели и задачи учебной дисциплины: целью изучения дисциплины является освоение теоретических основ обыкновенных дифференциальных уравнений, а также приобретение практических навыков их интегрирования и в том числе приближенными методами.

В результате изучения базовой части цикла студент должен:

- *знать* основные дифференциальные уравнения ;
- *уметь* применять методы решений дифференциальных уравнений для решения практических задач;
- *владеть* методами решений дифференциальных уравнений.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Курс «Дифференциальные уравнения» базируется на курсах «Математический анализ» и «Линейная алгебра». Практические навыки и теоретические знания дифференциальных уравнений используются далее при изучении других математических дисциплин, курсов теоретической физики а также многих спецкурсов.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Описание законов природы в форме дифференциальных уравнений. Основные определения. Геометрическая интерпретация дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Метод изоклин. Построение дифференциального уравнения по общему решению. Уравнения с разделяющимися переменными и приводимые к ним. Однородные уравнения. Уравнения, приводимые к однородным. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Понятие первого интеграла. Интегрирующий множитель. Приемы отыскания интегрирующих множителей. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Принцип сжимающих отображений. Метод последовательных приближений. Продолжение решения. Непродолжаемое решение и его построение. Теорема о замыкании непродолжаемого решения к границе области. Степень гладкости решений дифференциального уравнения. Непрерывная зависимость решения дифференциального уравнения от начальных условий и от параметров. Простые особые точки, их классификация. Особые решения. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения, не содержащие явно независимой переменной, неизвестной функции. Уравнение с одно-

родной функцией в левой части. Общий случай введения параметра. Дифференциальные уравнения, разрешимые относительно аргумента или неизвестной функции. Уравнения Лагранжа и Клеро. Понятие об огибающей семейства кривых. Теорема об огибающей семейства интегральных кривых. Теорема существования решения дифференциального уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. P -дискриминантная кривая и ее связь с особыми решениями.

Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.

Дифференциальное уравнение n -го порядка, разрешенное относительно старшей производной. Сведение его к нормальной системе уравнений. Теоремы существования и единственности, непрерывной зависимости решения нормальной системы от начальных условий и от параметров. Теорема существования и единственности решения уравнения n -го порядка, разрешенного относительно старшей производной, как следствие теоремы существования и единственности решения нормальной системы. Частные случаи дифференциального уравнения n -го порядка, допускающие понижение порядка. Теорема существования и единственности решения линейного дифференциального уравнения n -го порядка с непрерывными коэффициентами. Общая теория линейного однородного дифференциального уравнения n -го порядка. Определитель Вронского, проверка независимости решений. Фундаментальная система решений. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения. Теоремы о максимальном числе линейно-независимых решений и о тождественности уравнений. Построение линейного дифференциального уравнения по фундаментальной системе решений. Формула Лиувилля и ее применение. Способ понижения порядка линейного однородного уравнения при известном частном решении. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n -го порядка. Принцип суперпозиции. Метод вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения неоднородного уравнения n -го порядка. Функция Грина. Линейное однородное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами. Операторные многочлены и их свойства. Разложение операторного многочлена на линейные множители. Действие операторного многочлена на простейшие функции. Формула смещения. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами в случае простых и кратных корней характеристического многочлена (действительных или комплексных). Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Квазиполиномы и их свойства. Структура частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами и квазиполиномом в правой части. Операторный метод отыскания частного решения такого уравнения. Уравнение Эйлера. Интегрирование однородных линейных дифференциальных уравнений с помощью рядов. Отыскание фундаментальной системы решений уравнений Эйри и Бесселя.

Раздел 3. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Эквивалентность нормальной системы n дифференциальных уравнений одному уравнению n -го порядка, разрешенному относительно старшей производной. Теоремы о непрерывной зависимости и непрерывной дифференцируемости решения нормальной системы по начальным условиям и по параметру. Первые интегралы нормальной системы дифференциальных уравнений. Необходимое и достаточное условие для того, чтобы непрерывно-дифференцируемая функция была первым интегралом нормальной системы. Теорема о максимальном числе независимых первых интегралов. Эквивалентность отыскания n независимых первых интегралов построению общего решения нормальной системы. Понижение порядка нормальной системы, если известна часть первых интегралов. Симметричная форма

системы дифференциальных уравнений. Интегрируемые комбинации. Общая теория линейных однородных систем дифференциальных уравнений с непрерывными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Построение линейной однородной системы по фундаментальной системе решений. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения линейной неоднородной системы. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение как уравнение на отыскание собственных значений и собственных векторов матрицы системы. Вид фундаментальной системы решений в случае простых корней (действительных и комплексных). Вид фундаментальной системы решений в случаях, когда характеристическое уравнение имеет кратные корни и различные значения ранга характеристической матрицы. Метод исключения для линейных систем с постоянными коэффициентами общего вида.

Раздел 4. Интегральные уравнения.

Классификация линейных интегральных уравнений по родам. Уравнения Вольтерра. Уравнения Фредгольма 2-го рода. Уравнения с вырожденным ядром. Существование решения уравнения Фредгольма с малым ядром. Существование решения уравнения Вольтерра. Теоремы Фредгольма. Спектральная теория уравнений Фредгольма с симметричными ядрами. Свойства спектра собственных чисел. Теорема Гильберта-Шмидта. Задача Штурма-Лиувилля и интегральные уравнения. Теоремы Гильберта об интегральном представлении решения краевой задачи через функцию Грина. Вывод теоремы Стеклова из теоремы Гильберта-Шмидта.

Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Методы, основанные на разложении в ряд Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Погрешность аппроксимации и устойчивость разностной схемы. Устойчивость и сходимость. Обоснование метода Эйлера и его вычислительной устойчивости.

Раздел 6. Вариационное исчисление.

Простейшая задача вариационного исчисления. Основная лемма вариационного исчисления. Первая вариация. Уравнение Эйлера. Экстремали. Основные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Расширение вариационных задач. Вариационная задача на классе векторных функций. Вариационная задача со старшими производными. Уравнение Эйлера-Пуассона. Вариационная задача на классе функций многих переменных. Уравнение Эйлера-Остроградского. Вариационные задачи на условный экстремум. Задача Лагранжа. Изопериметрическая вариационная задача. Вариационные задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности различных видов. Неклассические вариационные задачи. Задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Решение задачи об оптимальной остановке материальной точки.

Формы текущей аттестации: две контрольные работы.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.7 Интегральные уравнения и вариационное исчисление

Цели и задачи учебной дисциплины:

целью изучения дисциплины является освоение теории интегральных уравнений и вариационного исчисления, а также приобретение практических навыков интегрирования уравнений и решения вариационных задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Примеры функционалов. Примеры вариационных задач. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума функционалов. Основная лемма. Постановка вариационной задачи. Вывод уравнения Эйлера для экстремалей. Задача о брахистохроне. Постановка вариационной задачи. Вывод системы уравнений Эйлера для экстремалей. Постановка задачи. Метод множителей Лагранжа. Задачи о геодезических линиях на сфере, на круглом цилиндре. Задача Дидоны. Метод последовательных приближений. Резольвента. Уравнения типа свертки. Уравнения 1-го рода. Метод последовательных приближений. Резольвента. Уравнения с вырожденным ядром. Характеристические числа и собственные функции. Уравнения с симметричным ядром. Применение интегральных преобразований.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.8 Теория вероятностей и математическая статистика

Цели и задачи учебной дисциплины:

Содержание дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» направлено на ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории вероятностей, идеями и аппаратом математической статистики, которые необходимы при обработке результатов эксперимента, анализе случайных явлений, возникающих в электрофизических приложениях и при передаче информации.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия теории вероятностей.

1.1. Элементы комбинаторики и схемы шансов.

Испытание и понятие элементарного события. Схемы шансов: эксперименты с и без возвращения, с учетом и без учета порядка.

1.2. Аксиоматика теории вероятностей.

Пространство случайных событий и операции над событиями. Алгебра и σ -алгебра событий. Аксиомы вероятности и вероятностное пространство. Свойства вероятности, вытекающие из аксиом.

1.3. Способы исчисления вероятностей.

Статистическое, классическое и геометрическое определения вероятностей. Вероятность на счётном пространстве элементарных событий. Задача Бюффона. Парадокс Бертрана.

1.4. Основные соотношения теории вероятностей.

Условная вероятность Теорема умножения вероятностей. Независимые события. Теорема сложения вероятностей. Теорема сложения для независимых и несовместных событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

1.5. Основные дискретные распределения.

Схема Бернулли. Наиболее вероятное число успехов. Геометрическое распределение. Гипергеометрическое распределение. Схема независимых испытаний с несколькими исходами. Конечные однородные цепи Маркова. Распределение Пуассона.

Раздел 2. Теория случайных величин.

2.1. Основы теории случайных величин.

Случайные величины. Функция распределения вероятностей и её свойства. Дискретные и абсолютно непрерывные случайные величины. Плотность вероятностей. Равномерное, показательное и нормальное распределения. Преобразования плотностей вероятностей функции от одной случайной величины: случаи монотонных, немонотонных и разрывных функций.

2.2. Многомерные функции распределения.

Случайные векторы, их функции распределения и свойства. Условные плотности вероятностей. Независимые случайные величины. Вероятностное распределение функции нескольких случайных величин. Распределение суммы, произведения и частного случайных величин. χ^2 -распределение и распределение Стьюдента.

2.3. Числовые характеристики случайных величин.

Начальные и центральные моменты. Математическое ожидание и дисперсия и их свойства. Числовые характеристики зависимости: ковариация и коэффициент корреляции.

2.4. Предельные теоремы.

Неравенства Чебышёва и Маркова. Последовательности случайных величин и виды их сходимости. Законы больших чисел в форме Чебышёва, Хинчина, Бернулли и Пуассона. Предельные теоремы биномиального распределения: интегральная и дифференциальная теоремы Муавра-Лапласа. Центральная предельная теорема.

2.5. Характеристические функции.

Характеристической функции и их свойства. Свойство положительной определенности. Кумулянты случайных величин. Асимметрия и эксцесс. Гауссовы совокупности. Многомерная характеристическая функция гауссовской совокупности. Двумерное гауссово распределение. Эллипс рассеяния. Условные гауссовы распределения. Конечные однородные цепи Маркова.

Раздел 3. Элементы математической статистики.

3.1. Линейная регрессия.

Постановка задачи прогнозирования. Среднеквадратичная ошибка линейного прогнозирования. Корреляционная матрица. Коэффициент корреляции. Некоррелированность и статистическая независимость.

3.2. Основные задачи математической статистики.

Выборочный метод. Понятия выборки, выборочного пространства, статистики. Статистические критерии. Проверка простой и сложной гипотез. Критерии для проверки гипотез о параметрах нормального и биномиального распределений. Точечная и интервальная оценки статистического параметра. Неравенство Рао-Крамера. Точечные оценки среднего значения и дисперсии случайной величины. Понятия несмещенной, состоятельной и эффективной оценок параметров. При-

ближенный и точный методы построения доверительных интервалов для среднего. Доверительные интервалы для нормального распределения.

Формы текущей аттестации: контрольная работа.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Б1.Б.8.9 Методы математической физики

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины – изучение аналитических (точных и приближенных) и численных методов решения линейных и нелинейных уравнений в частных производных, возникающих в задачах современной физики.

Задачи дисциплины:

- Формулировка физических задач, приводящих к дифференциальным уравнениям с частными производными
- Основы теории обобщенных функций и их использования для построения фундаментальных решений дифференциальных уравнений с частными производными
- Метод функций Грина решения задачи Коши для гиперболических, параболических и эллиптических уравнений
- Метод разделения переменных решения краевых задач для уравнений с частными производными
- Теория Штурма-Лиувилля и основные специальные функции математической физики

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Методы математической физики» относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Поэтому преподавание учебной дисциплины «Методы математической физики» методически связано с преподаванием других математических дисциплин. Фундаментальные понятия и факты курса «Методы математической физики» используются в курсах теоретической физики, теории колебаний и распространения волн, а также в других математических дисциплинах. Таким образом, курс «Методы математической физики» занимает важное место в реализации внутрипредметных логических и содержательно-методических связей образовательной области «Математика».

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Введение в предмет. Понятие дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Классификация уравнений, приведение к каноническому виду.

Физические задачи, приводящие к уравнениями гиперболического типа. Постановка краевых задач, предельные случаи краевых задач. Колебания бесконечной струны, формула Даламбера, полубесконечная струна. Решение краевой задачи в рамках метода разделения переменных. Понятие собственных функций и собственных значений, их свойства. Решение неоднородного уравнения параболического типа, понятие функции Грина. Решение общей краевой задачи.

Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач, предельные случаи краевых задач. Метод разделения переменных для уравнений параболического типа. Неоднородные параболические уравнения, функция Грина для уравнений параболического типа, общая краевая задача. Задача на бесконечной прямой, функция Грина уравнения теплопроводности в бесконечном пространстве.

Понятие обобщенной функции. Дельта функция и ее свойства. Дифференциальное уравнение для функции Грина, построение функции Грина с помощью дельта функции.

Физические задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Постановка краевых задач. Уравнение Лапласа и Пуассона. Понятие и свойства гармонических функций. Формулы Грина. Построение функций Грина для эллиптических уравнений. Теория потенциала. Уравнение Гельмгольца, формулы Грина для уравнения Гельмгольца. Функция Грина для уравнения Гельмгольца в ограниченной и неограниченной области. Колебания круглой мембраны, функции Бесселя и их свойства. Колебания сферического объема, полиномы Лежандра и их свойства.

Формы текущей аттестации: коллоквиум, контрольная работа.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5.

Б1.Б.8.10 Численные методы

Цели и задачи дисциплины:

Формирование знаний и умений, необходимых для использования математического аппарата для освоения теоретических основ и практического использования физических методов. Освоение методов численного анализа, методов численного решения математических задач, моделирующих задачи физики, естествознания и техники, а также современных методов анализа математических моделей. Формирование навыков построения и применения моделей, возникающих в практической деятельности и проведения расчетов по таким моделям.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: методы численного анализа; методы синтеза и исследования моделей;

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; использовать информационные технологии для решения физических и технических задач; адекватно ставить и решать задачи исследования сложных объектов на основе методов математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы;

владеть: навыками использования математического аппарата для решения физических и технических задач; навыками использования информационных технологий для решения физических и технических задач; навыками практической работы с программными пакетами математического моделирования.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к модулю математических дисциплин базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Вычислительный эксперимент. Ма-

тематические модели. Методы численного анализа. Раздел 2. Аппроксимация функциональных зависимостей. Интерполяция. Обработка экспериментальных данных. Раздел 3. Численное дифференцирование. Раздел 4. Численное интегрирование. Раздел 5. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Раздел 6. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений. Раздел 7. Вычислительные методы линейной алгебры. Раздел 8. Решение нелинейных уравнений. Раздел 9. Методы оптимизации.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5.

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – зачет.

Б1.Б.9. Информационные технологии

Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины состоит в получении базовых представлений о языке программирования C, а также начальных навыков программирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые типы данных, операции и приоритет их выполнения, правила вычисления выражений, синтаксические конструкции языка, основные библиотечные функции.

уметь: применять полученные знания при создании программных продуктов для учебной и профессиональной деятельности.

владеть: навыками работы с современными средами создания программ, средствами компилирования, компоновки и отладки.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Для освоения данной дисциплины требуются знания, умения и компетенции, формируемые в рамках школьного курса информатики и математики.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из семи разделов.

Раздел 1. Введение. История возникновения языка C. Основные понятия.

Раздел 2. Алфавит языка. Лексические единицы.

Раздел 3. Типы данных. Простые типы данных. Типы определяемые пользователем.

Раздел 4. Выражения. Правила вычисления выражений. Операции. Приоритет операций.

Раздел 5. Операторы. Ветвления. Циклы.

Раздел 6. Функции. Прототипы. Аргументы и параметры. Классы памяти.

Раздел 7. Функции форматированного ввода-вывода. Функции динамического распределения памяти. Функции обработки строк. Файловые функции.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5.

Форма промежуточной аттестации:

Формы текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет.

Б1.Б.10. Экология

Цели и задачи дисциплины: Цель изучения дисциплины – формирование у студента комплекса знаний в области сохранения окружающей среды, а также в области взаимосвязи экологии с сопряженными областями, – биологией, геологией, физикой, химией и т.д., поскольку экология тесно связана с геохимическими и геофизическими процессами, в которые вовлечены живые организмы биосферы. В процессе изучения курса студент должен на базе различного рода фактов научиться самостоятельно выявлять глубокую взаимозависимость живого вещества планеты с неживыми компонентами природной среды. Одной из основных задач курса является формирование у студента способности к самостоятельному мышлению и формирование у него личной ответственности за благоприятное развитие окружающей его природной среды. Студент должен овладеть ноосферным подходом к развитию человека и общества в целом.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать особенности основных этапов развития экологии. основные глобальные проблемы экологии, экологические опасности регионального и локального масштаба,

уметь самостоятельно выявлять основные неблагоприятные факторы различного масштаба, воздействующие на окружающую среду, выделять основные экологические угрозы и способы их нейтрализации,

владеть основным терминологическим потенциалом дисциплины, основами взаимосвязи экологии с другими науками.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Введение в предмет, влияние человека на окружающую среду на разных этапах развития человечества. Характеристика антропогенного воздействия на окружающую среду Раздел 2. Основные понятия и определения. В.И. Вернадский – создатель учения о биосфере, составные части биосферы. Роль и значение каждой из геосфер на развитие человека и человечества. Глобальные и региональные проблемы человечества. Раздел 3. Значение природных ресурсов, их исчерпаемость. Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы. Роль биологических ресурсов планеты в развитии человечества. Проблемы сохранения и рационального использования природных ресурсов. Ресурсосберегающие технологии. Раздел 4. Необходимость эколого-правового регулирования хозяйственной деятельности человека. Воспитание ноосферного мировоззрения как альтернативы потребительскому антропоцентризму. Возникновение и развитие концепции устойчивого развития человечества.

Коды формируемых компетенций: ОК-9.

Форма аттестации: зачет. **Форма текущего контроля:** опрос, в том числе в форме круглого стола.

Б1.Б.11 Физика

Цели и задачи модуля:

Цель изучения модуля «Общая физика» состоит в формировании у студента целостной системы знаний по основам классической и современной физики, выработке навыков построения физических моделей и решения физических задач. Модуль является фундаментом для последующего изучения профессиональных и профильных дисциплин.

В результате изучения модуля *Общая физика* студент должен:

- *знать* фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;
- *уметь* применять физические законы для решения практических задач;
- *владеть* навыками практического применения законов физики.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Модуль «Физика» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Механика

1.1. Введение

Предмет современной физики. Методы физического исследования. Идеализация реальных объектов и взаимосвязей между ними. Принципиальная роль физического эксперимента.

1.2. Кинематика материальной точки

Характерные пространственно-временные масштабы. Границы применимости классической механики. Способы описания движения материальной точки. Системы отсчета. Скорость и ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Вращательное движение, угловая скорость и угловое ускорение.

1.3. Законы Ньютона

Первый, второй и третий законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Второй закон Ньютона как физический закон, понятия силы и инертной массы. Примеры решения динамических задач

Второй закон Ньютона как дифференциальное уравнение движения. Роль начальных условий. Основные типы динамических задач. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Движение под действием силы, пропорциональной скорости. Примеры "упругой" силы, гармонический осциллятор. Динамика вращательного движения материальной точки.

1.4. Некоторые теоремы и интегралы движения для материальной точки

Уравнение моментов для материальной точки. Закон сохранения момента импульса в центральном силовом поле. Механическая работа и мощность. Консервативные силы. Потенциальная энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии. Механическая энергия, теорема об изменении механической энергии. Закон сохранения механической энергии материальной точки в поле консервативных сил. Потенциальная энергия и устойчивость состояния равновесия материальной точки. Одномерное движение материальной точки в потенциальном поле, финитные и инфинитные движения. Движение в центрально-симметричном поле. Кеплерова задача.

1.5. Электромагнитные силы

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Понятие потенциала. Вычисление полей по принципу суперпозиции. Поле электрического диполя.

Вектор индукции магнитного поля, сила Лоренца. Действие магнитного поля на проводник с током, сила Ампера. Момент сил, действующих на рамку с током.

Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Движение частицы в однородном магнитном поле. Дрейфовое движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Продольный дрейф в слабонеоднородном магнитном поле, магнитные ловушки. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла. Принцип действия МГД-генераторов.

1.6. Молекулярные силы

Взаимодействие диполей. Природа и особенности молекулярных сил.

1.7. Деформации тел и упругие силы

Деформации растяжения и сдвига. Закон Гука. Упругие константы вещества. Сложные деформации (изгиб, кручение). Отклонения от закона Гука при больших деформациях (нелинейность, пластичность). Электромагнитная природа упругих сил, понятие о дислокациях.

1.8. Силы трения

Сухое трение. Закон Амонтона-Кулона. Трение скольжения. Работа сил трения. Вязкое трение, формула Ньютона. Ламинарное течение вязкой жидкости в трубе, формула Пуазейля. Силы, действующие на тела, движущиеся в вязкой среде. Закон Стокса. Аэродинамические силы. Анализ аэродинамических сил методом подобия и размерностей, число Рейнольдса. Понятие о сверхтекучести.

1.9. Тяготение и силы инерции

Силы тяготения. Вывод закона тяготения из законов Кеплера для планет. Эквивалентность гравитационной и инертной масс. Гравитационное поле, гравитационный потенциал. Движение материальной точки в поле тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости. Вес и невесомость тел.

Неинерциальные системы отсчета. Система отсчета, ускоренно движущаяся относительно инерциальной. Силы инерции. Вращающаяся система отсчета. Теорема Кориолиса. Центробежная и кориолисова силы. Земля как неинерциальная система отсчета. Маятник Фуко. Аналогия между силами инерции и тяготения.

1.10. Основы специальной теории относительности

Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца (с выводом) и некоторые следствия из них (относительность понятия времени, лоренцево сокращение длины, замедление хода движущихся часов). Понятие интервала. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская масса. Связь релятивистской массы с энергией, а также энергии с импульсом. Фотон как частица с нулевой массой покоя. Давление света. Искривление световых лучей и смещение частоты квантов в поле тяготения.

1.11. Основные теоремы и законы сохранения для системы материальных точек

Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Динамика материальной точки с переменной массой, уравнение Мещерского. Реактивная сила. Задача Циолковского, ракеты. Момент импульса систем материальных точек. Уравнение моментов для системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса. Уравнение моментов относительно оси. Кинетическая и потенциальная энергии для системы материальных точек. Механическая энергия системы материальных точек и условия ее сохранения. Понятие о внутренней энергии. Связь законов сохранения импульса, момента импульса и энергии системы материальных точек со свойствами симметрии пространства и времени. Примеры применения законов сохранения для системы материальных точек. Явление удара (столкновение час-

тиц). Абсолютно неупругий и абсолютно упругий удары двух частиц. Закон Бернулли для стационарного потока идеальной жидкости. Рассеяние фотонов на электронах, эффект Комптона.

1.12. Динамика твердого тела

Кинематические и динамические характеристики твердого тела. Применение уравнения движения центра масс и уравнения моментов для твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Связь между моментом импульса и угловой скоростью твердого тела в общем случае, тензор инерции. Свободные оси. Кинетическая энергия и работа при вращении вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела, понятие мгновенной оси вращения. Качение тел, трение качения. Кинетическая энергия при плоском движении. Приближенная теория гироскопа. Прецессионное движение гироскопа. Гироскопические силы.

Раздел 2. Молекулярная физика

2.1. Элементы кинетической теории газов

Давление идеального газа. Уравнения состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и ее связь с температурой. Фотонный газ.

2.2. Статистические распределения

Статистическое описание системы из большого числа частиц. Статистические законы, средние значения и флуктуации физических величин. Пример - распределение частиц по объему. Распределение молекул газа по скоростям. Равновесное распределение Максвелла (по вектору и модулю скорости) и его свойства, наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределение Больцмана и примеры его применения.

2.3. Классическая теория теплоемкости

Теплоемкость газов, теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Недостатки классической теории теплоемкости.

2.4. Явления переноса

Средняя длина свободного пробега молекул в газах. Диффузия, внутреннее трение, теплопроводность газов. Особенности ультраразреженных газов. Вычисление среднего квадрата смещения броуновских частиц. Измерение числа Авогадро.

2.5. Реальные газы и жидкости

Уравнение Ван-дер-Ваальса и его свойства. Фазовые переходы. Критическая температура, критические параметры.

2.6. Термодинамический подход к описанию макросистем

Термодинамическое равновесие, общий принцип термодинамики. Понятие температуры, нулевой принцип термодинамики. Классификация процессов.

2.7. Первый принцип термодинамики

Опыты Джоуля, понятие о внутренней энергии. Работа и количество теплоты. Первый принцип термодинамики. Соотношение Майера. Уравнение адиабаты для идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса. Процессы Джоуля-Гей-Люссака и Джоуля-Томпсона.

2.8. Второй принцип термодинамики

Проблема превращения теплоты в работу. Формулировки второго принципа термодинамики для тепловых и холодильных машин. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Приведенное количество теплоты, равенство Клаузиуса для обратимых процессов. Энтропия идеального газа. Основное уравнение термодинамики и некоторые его следствия (соотношения взаимности, термомеханические эффекты, уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Необратимые процессы, неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии при необратимых про-

цессах (с примерами). Статистический смысл энтропии и второго принципа термодинамики.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

3.1. Электрическое поле

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса (с примерами применения). Теорема о циркуляции вектора напряженности. Потенциал.

3.2. Проводники в электростатическом поле

Условие равновесия свободных зарядов в проводнике и некоторые следствия из него. Электростатическая экранировка. Емкость. Конденсаторы. Типы электростатических задач. Теорема единственности.

3.3. Энергия электрического поля

Энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Плотность энергии поля.

3.4. Электрическое поле в диэлектриках

Понятие макроскопического (усредненного) поля в среде. Поляризованность (вектор поляризации). Поляризационные (связанные) заряды. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость. Уравнения электрического поля в диэлектриках. Граничные условия для векторов напряженности и индукции. Энергия электрического поля в среде. Пондеромоторные силы в электрическом поле. Механизмы поляризуемости диэлектриков. Нелинейные диэлектрики. Сегнетоэлектрики.

3.5. Стационарный электрический ток

Электрическое поле внутри и вне проводника с током. Закон Ома. Электродвижущая сила (ЭДС) и падение напряжения. Сложные цепи, правила Кирхгофа.

3.6. Магнитное поле проводников с током

Закон Био-Савара-Лапласа. Поле движущегося заряда. Магнитный поток. Теорема о циркуляции вектора индукции.

3.7. Действие магнитного поля на проводники с током

Закон Ампера. Пондеромоторные взаимодействия проводников с током.

3.8. Векторный потенциал

Описание магнитного поля при помощи векторного потенциала. Вычисление векторного потенциала заданного распределения токов.

3.9. Магнитное поле в веществе

Намагниченность (вектор намагничивания). Напряженность магнитного поля в среде. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Магнитная проницаемость. Граничные условия и способы измерения векторов индукции и напряженности в магнетиках. Природа магнитных свойств магнетиков. Диа-, пара- и ферромагнетика. Постоянные магниты.

3.10. Явление электромагнитной индукции

ЭДС индукции в движущихся проводниках. Закон Фарадея. Вихревое электрическое поле. Принцип действия динамо-машины и электромотора. Индукционный ускоритель электронов (бетатрон). Измерение циркуляции вектора магнитной индукции при помощи пояса Роговского.

3.11. Взаимоиндукция и самоиндукция

Индуктивность. Процессы установления в контуре с индуктивностью, электромеханические аналогии. Коэффициент взаимной индукции.

3.12. Магнитная энергия

Магнитная энергия одиночного контура и 2-х связанных контуров. Плотность энергии магнитного поля.

3.13. Электромагнитное поле в вакууме

Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Волновые уравнения. Существование электромагнитных волн.

3.14. Система уравнений Максвелла для полей в веществе

Уравнения полей и материальные уравнения. Особенности поляризации диэлектриков в переменных полях. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Системы единиц.

3.15. Квазистационарные токи

Свойства идеальных элементов. Расчет цепей синусоидального тока методом векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Импеданс двухполюсников. Работа и мощность в цепи переменного тока.

3.16. Механизмы проводимости некоторых проводников

Классическая электронная теория проводимости металлов и ее недостатки. Электрический ток в электролитах, в плазме. Полупроводники. Введение в зонную теорию проводимости кристаллов.

3.17. Электрические явления в контактах

Внешняя и внутренняя контактная разность потенциалов. Явления в контактах проводников первого и второго рода, химические источники тока. Контактные явления в полупроводниках, полупроводниковые диоды.

Раздел 4. Атомная и ядерная физика

4.1. Элементарные частицы Понятие элементарной частицы. Понятие распада элементарных частиц. Приборы и устройства для наблюдения и изучения элементарных частиц. Энергия связи. Фундаментальные взаимодействия. Обменные взаимодействия. Фейнмановские диаграммы. Виртуальные частицы. Сильное взаимодействие. Мезоны. Слабое взаимодействие. Бозоны. Электромагнитное взаимодействие. Гравитационное взаимодействие. Нуклоны. Изотопический спин. Странные частицы. Странность. Гиперзаряд. Классификация элементарных частиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Кварки.

54.2 Физика атомного ядра Ядро. Стабильные и нестабильные ядра, их основные характеристики. Спин ядра. Масса атомных ядер и энергия связи нуклонов в ядре. Формула Вейцзеккера. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада. Основные типы распада ядер.

Форма промежуточной аттестации :

Раздел 1. Дифференцированный зачет.

Раздел 2. Дифференцированный зачет.

Разделы 3-4. Экзамен.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, 2.

Б1.Б.12 Квантовая механика и статистическая физика

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель данной дисциплины – дать студентам глубокое понимание закономерностей микромира, научить применять вычислительные методы квантовой теории для решения различных прикладных задач. Студент должен овладеть математическим аппаратом нерелятивистской квантовой теории, приобрести навыки его практического применения и на этой основе получать ясное представление о физической природе квантовых явлений, иметь понятие о релятивистской квантовой механике и четкое представление о границах применимости квантовых законов и ис-

пользуемых вычислительных методов. Он должен понимать, что квантовая механика есть научная основа современных нанотехнологий.

Основная цель курса – дать студентам глубокие и прочные знания фундаментальных термодинамических и статистических закономерностей макроскопических систем. Основная задача курса – научить студентов применять полученные знания на практике; проводить необходимые расчеты физических характеристик макросистем и физически интерпретировать результаты этих расчетов; давать верную научную интерпретацию физическим закономерностям, наблюдаемым в макросистемах.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс «Квантовая механика и статистическая физика» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Част 1. Раздел 1. Экспериментальные основы квантовой механики. Раздел 2. Математический аппарат квантовой механики. Раздел 3. Основные положения квантовой механики. Раздел 4. Простейшие задачи квантовой механики. Раздел 5. Элементы теории представлений. Раздел 6. Приближенные методы квантовой механики. Раздел 7. Частица в электромагнитном поле. Раздел 8. Теория систем многих частиц. Раздел 9. Квантовая теория рассеяния. Раздел 10. Теория квантовых переходов. Раздел 11. Релятивистская квантовая механика.

Часть 2. 1. Статистическая физика как теория макроскопических систем. Макроскопическое и микроскопическое описание физических систем. 2. Основные представления статистической физики. 3. Классическая статистическая физика равновесных систем. 4. Квантовая статистическая физика. 5. Теория флуктуаций. 6. Основы термодинамики и кинетики неравновесных процессов.

Формы текущей аттестации: тестирование, 2 контрольные работы

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОПК-1, ОПК-2

Б1.Б.13 Безопасность жизнедеятельности

Цели и задачи учебной дисциплины:

Основная цель преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» - приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков по безопасной жизнедеятельности на производстве и в быту, как в повседневной жизнедеятельности, так и в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения.

Дополнительная цель – привитие элементарных навыков в использовании индивидуальных средств защиты от техногенных воздействий и оказании первичной доврачебной помощи пострадавшим.

Задачи дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»:

- получение основополагающих знаний в следующих сферах жизнедеятельности:
- охране здоровья и жизни людей в сфере профессиональной деятельности;
- защите в чрезвычайных ситуациях и в быту;
- охране окружающей среды;

- прогнозированию и моделированию последствий производственных аварий и катастроф;
- разработке технических средств и методов защиты окружающей среды и эффективных малоотходных технологий.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Раздел 1. Введение.

Цель, задачи и содержание дисциплины. Ее место и роль среди других наук и в подготовке специалиста. Комплексный характер дисциплины: психологические возможности человека, социальные, экологические, технологические, правовые и международные аспекты. Основные понятия науки о безопасности жизнедеятельности. Проблема обеспечения безопасности человека в системе «человек - среда обитания». Опасные и вредные факторы производственной среды. Физические, химические, биологические и психофизиологические опасности. Условия обеспечения безопасности и здоровья человеку на производстве и в быту (безопасное технологическое оборудование, безопасные рабочие места, правовое и организационное регулирование труда).

Раздел 2. Комфортные и допустимые условия жизнедеятельности.

Микроклимат и воздушная среда рабочей зоны. Влияние микроклимата на работоспособность человека. Нормирование параметров микроклимата в конкретном производстве. Тепловые излучения и влияние их на организм человека. Нормирование тепловых излучений. Адаптация и акклиматизация в условиях перегревания и переохлаждения. Действие вредных веществ на организм человека в конкретном производстве. Нормирование концентрации вредных веществ в воздушной среде рабочей зоны. Методы контроля состояния воздушной среды. Производственное освещение. Характеристика электрических источников света и осветительных приборов. Естественное и совмещенное освещение в производственных цехах. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Естественная и механическая вентиляция. Производственный шум. Источники шума и шумовые характеристики в конкретном производстве. Производственная вибрация. Физические характеристики и измерение вибраций в конкретном производстве. Характеристика и опасность совместного воздействия вибраций, шума, ультразвука и инфразвука.

Раздел 3. Электробезопасность.

Действие электрического тока на организм человека. Опасность поражения в различных электрических сетях. Заземление и зануление. Классификация помещений по электробезопасности. Квалификационные группы персонала по электробезопасности. Напряжение шага, прикосновения. Защитные меры в электроустановках. Защитные средства, применяемые в электроустановках. Защитная изоляция: виды, роль в обеспечении электробезопасности, критические параметры. Защита от статического электричества. Организационные и технические мероприятия при эксплуатации электроустановок. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 4. Радиационная безопасность.

Основные понятия, определения, единицы измерения в области радиационной безопасности. Фоновое облучение человека. Нормирование ионизирующих излучений. Защита от воздействия ионизирующего излучения на производстве. Средства индивидуальной защиты. Защита от лазерных излучений. Применение лазе-

ров в технологических процессах. Биологическое действие лазерного излучения: воздействие на глаза, кожу, внутренние органы и организм человека в целом. Опасные и вредные производственные факторы, сопутствующие эксплуатации лазеров. Основные способы и средства защиты от лазерного излучения: экранирование, блокировка, сигнализация, удаление рабочих мест из лазерно-опасной зоны. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 5. Пожаробезопасность и взрывобезопасность.

Причины возникновения пожаров и взрывов в помещениях и в производственных процессах. Опасные факторы при пожарах и взрывах. Основные сведения из теории естественного окисления, теплового самовоспламенения и цепных реакций. Самовоспламенение смеси газов, воспламенение жидкости, вспышка паров. Оценка пожароопасности веществ и материалов. Предупреждение взрывов и пожаров. Ликвидация их последствий. Показатели пожароопасности. Классификация зданий и помещений по пожарной (взрывной) опасности. Прогнозирование пожаров и взрывов. Пожарная безопасность в технологических процессах конкретных производств. Системы и средства пожаротушения, пожарной автоматики и сигнализации. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 6. Защита от электромагнитных полей высокой и сверхвысокой частоты.

Основные понятия и определения. Физические характеристики электромагнитных полей (ЭМП). Воздействие электромагнитных полей на организм человека. Тепловой и функциональный эффект. Органы человека с повышенной чувствительностью к ЭМП. Организационные, технические и санитарно-гигиенические меры защиты от электромагнитных излучений в конкретном производстве. Нормирование интенсивности ЭМП. Расчет интенсивности ЭМП на рабочих местах в зависимости от параметров источника излучения и среды. Определение границ опасной зоны.

Раздел 7. Оптимизация параметров рабочих мест.

Виды и формы деятельности. Энергетические затраты при различных формах деятельности. Определение категории тяжести труда. Способы оценки тяжести и напряженности трудовой деятельности. Работоспособность и ее динамика. Пути повышения эффективности трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности жизнедеятельности.

Правила эвакуации лиц, пострадавших на пожарах, в газоотравленных зонах, при отравлениях.

Раздел 8. Техногенные и природные чрезвычайные ситуации.

Прогнозирование параметров и оценка обстановки при ЧС. Защитные мероприятия при ЧС. Ликвидация последствий ЧС. Защита от терроризма.

Раздел 9. Способы и средства оказания доврачебной помощи.

Способы и средства оказания доврачебной помощи на производстве и в быту. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях, возникающих при чрезвычайных ситуациях: ранение, ожоги, обморожения, переломы, вывихи, растяжения связок. Условия успеха при оказании первой помощи: быстрота оказания помощи, обученность персонала методам оказания первой медицинской помощи и др.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-9.

Б1.Б.14 Физическая культура

Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности. Для достижения поставленной цели предусматривается решение оздоровительных, образовательных и воспитательных задач:

- укрепление здоровья, улучшение физического и психического состояния, коррекция телосложения;
- формирование двигательных умений и навыков, приобретение знаний научно-биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни, обеспечения необходимого уровня физической и психической подготовленности студентов, овладение умениями по самоконтролю в процессе занятий физической культурой, самоопределение в физической культуре;
- формирование в физическом совершенствовании и подготовки к профессиональной деятельности, формирование привычки к здоровому образу жизни, воспитание физических и волевых качеств, содействие эстетическому воспитанию и нравственному поведению.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Физическая культура» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов. Ее социально-биологические основы. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. Законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорте. Физическая культура личности.

Основы здорового образа жизни студента. Особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности. Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания. Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений.

Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов. Основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.

Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-7, ОК-8.

Форма промежуточной аттестации: зачеты.

Б1.Б.15 Физика полупроводников

Цели и задачи дисциплины: цель изучения дисциплины состоит в формировании комплекса знаний и навыков, необходимых для успешного использования достижений изучаемой области науки в практической деятельности. Основными задачами при изучении курса являются: получение представлений о физических идеях и принципах современной физики полупроводников; получение базового комплекса знаний о физических свойствах, процессах и явлениях (эффектах) в полупроводниках и особенностях

полупроводниковых электронных систем; знакомство с существующими теориями различных физических явлений и основными областями применения полупроводниковых структур.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Для ее усвоения требуются знания, формируемые в рамках курсов квантовой механики и статистической физики, физических основ электроники, материалов электронной техники и физики конденсированного состояния.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Предмет и задачи курса. Краткий исторический очерк развития. Классификация твердых тел по физическим свойствам. Основные особенности полупроводников. Классификация полупроводниковых материалов. Модельные представления о проводимости в полупроводнике. Раздел 2. Основные положения зонной теории. Уравнение Шредингера для электрона в кристалле. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Функции Блоха. Расчет зонной структуры в приближениях слабой и сильной связи. Зоны Бриллюэна. Образование энергетических зон из локальных атомных уровней при различных типах химической связи. Особенности зонной структуры и закон дисперсии в реальных кристаллах (кремний, германий, арсенид галлия). Движение электрона в кристалле. Эффективная масса. Изоэнергетические поверхности. Типы и роль примесей в кристаллах. Метод эффективной массы и водородоподобные примесные центры. Раздел 3. Статистика равновесных носителей заряда в полупроводниках. Плотность квантовых состояний в зоне проводимости и валентной зоне. Функция распределения электронов и дырок. Уровень Ферми. Статистика и выражение для концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике. Энергия активации. Статистика и выражение для концентрации электронов и дырок в примесном полупроводнике. Закон действующих масс. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Уравнение электронейтральности. Температурные зависимости уровня Ферми и концентрации свободных носителей заряда. Раздел 4. Кинетические явления в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры при различных механизмах рассеяния. Неравновесная функция распределения носителей заряда. Плотность тока и плотность потока энергии. Электропроводность полупроводников и ее температурная зависимость. Механизмы изменения концентрации свободных носителей в сильных полях. Эффект Ганна. Теплопроводность и термоэлектрические явления в полупроводниках. Коэффициент теплопроводности, обусловленной свободными носителями. Явления Зеебека, Пельтье и Томсона. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Связи между термоэлектрическими коэффициентами. Термоэлектрическая эффективность. Гальвано- и термомагнитные эффекты в полупроводниках. Раздел 5. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Квазиравновесие, квазиуровни Ферми. Типы и механизмы рекомбинации. Уравнение непрерывности. Биполярная и монополярная генерация и рекомбинация. Максвелловское время релаксации. Линейная и квадратичная рекомбинация. Время жизни. Центры рекомбинации и ловушки. Рекомбинация носителей через локальные центры. Статистика Шокли-Рида. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры. Раздел 6. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузионный и

дрейфовый токи. Подвижность и коэффициент диффузии. Соотношение Эйнштейна. Пространственно-неоднородные неравновесные распределения носителей заряда. Уравнение диффузии. Диффузия в монополярном полупроводнике. Амбиполярная диффузия и дрейф. Длины диффузии и дрейфа. Раздел 7. Контактные явления в полупроводниках. Контактные явления в полупроводниках. Раздел 8. Внутренний фотоэффект. Кинетика фотопроводимости. Фотовольтаические эффекты: эффект Дембера, фотогальванический эффект (вентильный эффект на контакте Шоттки и p-n переходе), ФЭМ-эффект. Раздел 9. Поверхностные свойства полупроводников. Понятие идеальной и реальной поверхности. Природа и классификация локализованных состояний, связанных с поверхностью. Приповерхностная область пространственного заряда (ОПЗ). Энергетическая диаграмма, основные параметры и разновидности приповерхностной ОПЗ полупроводника. Расчет параметров ОПЗ. Поверхностная проводимость и эффект поля.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: отчеты по лабораторным работам, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен.

Б1.В.ОД.1 Кристаллография и кристаллофизика

Цели и задачи дисциплины: Целью изучения курса «Кристаллография и кристаллофизика» являются:

- ознакомление студентов с основными представлениями о взаимосвязи фундаментальных свойств кристаллов с их атомным строением, симметрией ближнего и дальнего порядка, которые описываются точечными группами и группами трансляций; о разнообразии структурных типов с различными пространственными группами;
- формирование знаний о влиянии ближнего и дальнего порядка на электронную структуру твердого тела, его кристаллическое строение, тип химической связи;
- усвоение основ тензорного описания физических свойств кристаллов, принципы сложения симметрии внешних воздействий с симметрией самого кристалла.

В результате изучения курса студент должен:

уметь:

- применять знания, полученные при изучении курсов физических и математических дисциплин при рассмотрении вопросов, связанных с теоретическими приложениями основных понятий теории групп в кристаллографии и основных понятий тензорного анализа в кристаллофизике;
- использовать понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами, а также знания о прямой и обратной решетках и взаимно-обратном векторном базисе при расшифровке лауэграмм и дифрактограмм и определении симметрии и идентификации вещества.

владеть:

- основами знаний в области базовых понятий и пользования терминологией изучаемой дисциплины;
- навыками проведения экспериментальной оценки симметрии и фазового состава вещества.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс «Кристаллография и кристаллофизика» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Для изучения курса студентам необходимо усвоить следующие дисциплины:

векторная и линейная алгебра, некоторые разделы аналитической геометрии. Дисциплина предшествует следующим дисциплинам математического и естественнонаучного и профессионального циклов: физика конденсированного состояния, квантовая механика и статистическая физика, физика полупроводников.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из восьми разделов: 1. Характеристика атомного строения кристаллических твердых тел. 2. Точечная симметрия кристаллов. 3. Трансляционная симметрия в кристаллах. Пространственные группы. 4. Основные структурные типы кристаллов в модели плотных упаковок. Основные типы химической связи. 5. Дефекты в кристаллах. 6. Диагностика кристаллов. 7. Симметрия и физические свойства кристаллов. 8. Тензорное описание физических свойств кристаллов.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: опрос. Промежуточная аттестация - экзамен.

Б1.В.ОД.2 Физика конденсированного состояния

Цели и задачи дисциплины:

Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях нанотехнологии и микросистемной техники. Изучение фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния, навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств конденсированных сред и основными экспериментальными методиками.

В результате освоения дисциплины студент:

должен знать:

основные типы конденсированных сред, особенности классического и квантовомеханического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа; методы описания динамики решетки, основные типы колебаний решетки

должен уметь:

рассчитать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа; уметь выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи; использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных со свойствами твердого тела

должен владеть:

навыками в области выбора необходимых материалов и оптимальных технологических режимов для производства приборов микро- и нанoeлектроники. Приобрести опыт деятельности в области анализа функционирования готовых приборов.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина)

Курс «Физика конденсированного состояния» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по на-

правлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Изучаемая дисциплина состоит из 4-х разделов. Раздел 1. Межатомное взаимодействие в твердых телах: Основные характеристики молекул. Типы химической связи. Метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей. Классификация молекулярных орбиталей. Молекула водорода. Гибридизация орбиталей. Ковалентные кристаллы. Молекулы с ионной связью. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Металлы. Раздел 2. Основы зонной теории твердых тел. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Функция Блоха. Приближение квазисвободных электронов. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми. Энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига-Пенни. Заполнение зон электронами. Приближение сильной связи. Эффективная масса электрона. Методы расчета зонной структуры кристаллов. Многоэлектронное приближение (модель Хартри и Хартри-Фока). Особенности Ван-Хова и плотность состояний. Раздел 3. Статистика носителей заряда в кристаллах. Статистика электронов в кристаллах. Функция Ферми-Дирака. Концентрация электронов в металлах. Электропроводимость металлов. Концентрация носителей заряда в полупроводниках. Интеграл Ферми. Эффективная плотность состояний. Собственные полупроводники. Раздел 4. Локализованные состояния в кристаллах. Основные виды дефектов в кристаллах. Решение уравнения Шредингера для локального возмущающего потенциала. Мелкие примеси легирования в полупроводниках. Поверхностные состояния. Таммовские и Фоковские уровни. Локализация поверхностных состояний.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Форма промежуточной аттестации:

Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен.

Б1.В.ОД.3 Материалы электронной техники

Цели и задачи дисциплины: Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для освоения дисциплины «Основы технологии электронной компонентной базы», а также для выполнения курсовых и дипломных работ.

Цель – формирование целостных представлений о строении, свойствах и особенностях применения различных материалов в электронной технике.

Задачи дисциплины — изучение основ строения материалов и функциональных свойств материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники. Формирование навыков экспериментальных исследований свойств материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные свойства проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов электронной техники.

уметь: выбрать материалы для использования в аппаратуре электронной и микроэлектронной техники с учетом их характеристики, влияния на свойства внешних факторов.

владеть: информацией о технологии материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов наноэлектроники.

Приобрести опыт деятельности: научно-исследовательской.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс «Материалы электронной техники» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Проводники. Строение и физико-химические свойства металлов. Характеристики пленочных металлов. Многослойные структуры. Резистивные материалы: углеродистые, металлопленочные, полупроводниковые, стеклоэмалевые. Сверхпроводники: металлические и керамические. Раздел 2. Полупроводники. Основные свойства, особенности и область применения. Алмазо-подобные полупроводники. Элементарные полупроводники: кремний, германий, алмаз. Узкозонные соединения АЗВ5. Широкозонные соединения АIIIВV. Полупроводниковые структуры. Эпитаксиальные структуры. Гетероструктуры. Раздел 3. Диэлектрики. Поляризация, виды поляризации диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков. Пассивные диэлектрики. Конденсаторные и изоляционные материалы. Активные диэлектрики. Основные методы исследования диэлектриков и определения их параметров. Стекло и аморфные пленочные структуры. Техническая керамика и полимеры. Раздел 4. Магнитные материалы. Основные свойства и параметры магнитных материалов. Физическая природа ферромагнетизма. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Ферриты. Материалы для магнитной записи информации. Материалы спинтроники. Гигантское магнитное сопротивление. Раздел 5. Наноматериалы в электронике. Наночастицы. Углеродные наноматериалы: фуллерен, нанотрубки, графен. Пористые наноматериалы. Метаматериалы. Молекулярные полупроводники. Органическая электроника.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ПК-19.

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация — экзамен.

Б1.В.ОД.4 Основы технологии электронной компонентной базы

Цели и задачи дисциплины: сформировать у студентов комплекс знаний в области физико-химических основ технологии электронной компонентной базы в микро- и нанoeлектронике, являющихся основой для создания электронных устройств с высокой, сверхвысокой и ультравысокой степенью интеграции. Необходимо сформировать у студентов комплексный подход к проблемам размерного формирования твердотельных структур на базе используемых и перспективных материалов. Задача дисциплины – показать определяющую роль технологии формирования компонентной базы твердотельной электроники в научно-техническом прогрессе не только микроэлектроники, но и практически всех отраслей науки и техники. К основным задачам курса относится формирование у студентов целостного представления о закономерном развитии и совершенствовании технологии электронной компонентной базы, о разработках в области плазменных, пучковых и других современных технологий.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать, основные этапы развития технологии электронной компонентной базы, особенности современного этапа развития технологии в области твердотельной электроники;

уметь, анализировать большие объемы информации по технологии твердотельной электроники, определяя наиболее перспективные направления ее развития;

владеть основами знаний по технологически прорывным направлениям развития микро-, и наноматериаловедения, микро-, и наноэлектроники.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс «Основы технологии электронной компонентной базы» является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

При ее изучении студент должен ориентироваться в многообразии материалов электронной техники, владеть информацией об исторических этапах развития и применения электронной компонентной базы, различать принципиальную разницу между технологией микро- и наноэлектроники. Дисциплина взаимосвязана с блоком материаловедческих дисциплин, рассматривающих различные аспекты физических процессов в сложных, вертикально интегрированных гетерогенных структурах.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Часть 1. Раздел 1. Введение в предмет. Базовые понятия дисциплины. Особенности тонкопленочного состояния материалов. Классификация тонких пленок различных материалов по их функциональному назначению. Раздел 2. Основные технологические аспекты формирования полупроводниковых, диэлектрических и проводниковых материалов. Этапы развития и совершенствования основных определяющих технологических методов формирования электронной компонентной базы. Раздел 3. Проблемы чистоты поверхности материалов на различных стадиях формирования изделий электронной техники. Степень чистоты исходных материалов и окружающей технологической среды и их влияние на характеристики формируемых структур, а также на воспроизводимость и управляемость технологического процесса. Раздел 4. Классификация основных технологических процессов формирования электронной компонентной базы. Роль литографических процессов в технологии микроэлектроники. Развитие и совершенствование технологических процессов прецизионного формирования структур с наноразмерным разрешением. Раздел 5. Роль процессов самосборки и самоорганизации в технологии. Перспективные технологические процессы, в том числе плазменные, лазерные и др. Современные тенденции развития технологии электронной компонентной базы.

Часть 2. Раздел 1. Общие сведения о планарной технологии производства интегральных микросхем. Минимальный топологический размер (МТР) – основной показатель уровня технологии. Степень интеграции микросхем. Динамика МТР и степени интеграции, закон Мура. Перспективы развития планарной технологии. Раздел 2. Изготовление полупроводниковых пластин. Механическая обработка полупроводниковых материалов. Шлифование полупроводниковых материалов. Полирование полупроводниковых материалов. Травление полупроводников. Раздел 3. Способы получения р-п переходов. Диффузия. Ионная имплантация. Раздел 4. Технология получения эпитаксиальных слоев. Газофазная эпитаксия. Жидкостная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Раздел 5. Литографические процессы в производстве интегральных микросхем. Раздел 6. Металлизация в производстве интегральных микросхем. Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуум-термический, термоионный, электронно-лучевой, ионно-плазменный. Раздел 7. Диэлектрические покрытия на кремнии. Термодинамика процесса окисления кремния. Формирование диэлектрических

пленок методом осаждения. Получение МДП структур. Раздел 8. Сборка и испытание ИМС-структур.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ПК-19.

Форма аттестации: зачет, экзамен. **Форма текущего контроля:** опрос, в том числе в форме круглого стола.

Б1.В.ОД.5 Метрология, стандартизация и технические измерения

Цель изучения дисциплины.

Целью освоения дисциплины “Метрология, стандартизация и технические измерения” является общенаучная подготовка бакалавров-физиков при изучении математических основ метрологии и метрологического обеспечения, теории погрешностей измерений, методов измерения электрических и неэлектрических величин, оценки качества измерений и средств измерений, метрологических процедур и алгоритмов их идентификации.

Сформировать прикладные навыки получения количественной информации об оценке состояния объектов исследования в результате измерительного эксперимента на базе как утвержденных традиционных методов с применением естественных эталонов, так и с помощью новых расчетных методов на аналитической основе и имитационного моделирования.

Приобрести опыт работы с современными методами и средствами измерений, включающих принципы метрологического синтеза измерительного процесса с алгоритмической адаптацией для математического расчета, анализа и статистического контроля качества программной продукции.

Ознакомить с нормативно-технической документацией, методами и правилами в области обработки экспериментальных данных, оценки точности измерений и нормирования точности параметров прикладного математического и наукоемкого информационного обеспечения производственно-технической деятельности, направленной на моделирование процессов и объектов предприятия.

Применять технологии и средства сопряжения метрологического оборудования с персональными компьютерами и со стандартными пакетами автоматизированного проектирования.

После освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять информационно-измерительные комплексы и системы, контрольно-измерительную и испытательную технику с целью регистрации и обработки статистических материалов, необходимых для расчетов и прикладных выводов в предметных областях;
- осуществлять нормализационный контроль технической документации и синтез результатов работ по метрологической аттестации, экспертизе и аудиту программного обеспечения средств измерения;
- реализовывать применяемые на предприятии документы по метрологическому обеспечению, стандартизации и сертификации при проведении экспериментов с составлением описания проводимых исследований и разработок в виде установленной на предприятии отчетности и утвержденным формам;
- анализировать прикладное математическое и информационное содержание процесса измерений с целью выбора правил принятия решения о его алгоритме в регламентированных документами условиях и интеграции с набором имеющихся априорных знаний для установления наиболее рациональной схемы их проведения;

– применять аттестованные методики выполнения измерений и контроля с использованием компьютерных технологий для планирования и проведения работ в системах математического обеспечения при исследовании и моделировании процессов и объектов предприятий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП). Курс является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из тринадцати разделов. Раздел 1. Метрология и ее место среди других наук. Раздел 2. Физические величины (ФВ) как объект метрологии. Раздел 3. Качество измерений и способы его достижения. Раздел 4. Средства измерения (СИ): классы и модели. Раздел 5. Погрешности измерений. Раздел 6. Обеспечение единства измерений. Раздел 7. Электромеханические измерительные приборы Раздел 8. Преобразователи измеряемых величин Раздел 9. Измерение электрических величин Раздел 10. Регистрирующие приборы Раздел 11. Цифровые измерительные приборы (ЦИП) Раздел 12. Измерение магнитных величин. Преобразователи перемещений (ПП) Раздел 13. Измерения механических величин (сил и параметров движения). Измерение температуры и света

Коды формируемых компетенций: ПК-2, ПК-7.

Формы контроля.

Форма текущего контроля: собеседование, опрос, контрольная работа.
Промежуточная аттестация - зачет.

Б1.В.ОД.6 Физические основы электроники

Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины – формирование базовых знаний в области физики для объяснения устройства и принципов работы приборов современной электроники, включая вакуумную и плазменную электронику, твердотельную электронику, квантовую и оптическую электронику.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных физических законов и явлений, лежащих в основе принципов работы и устройств вакуумной и плазменной электроники;
- Изучение основных физических законов и явлений лежащих в основе принципов работы полупроводниковых приборов электроники.
- Изучение основных физических законов и явлений лежащих в основе принципов работы приборов квантовой и оптической электроники.

В результате освоения дисциплины “Физические основы электроники¹” обучающийся должен:

знать:

- классификацию твердых тел на металлы, полупроводники, диэлектрики, с точки зрения зонной теории; основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока, особенности электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов;
- основы физики вакуума, плазмы и твердого тела, принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и твердом теле в приборах и

устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники, их конструкции, параметры и характеристики и методы их моделирования;

уметь:

- оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в элементах электроники;

- обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники;

- применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники.

владеть:

- методами квантово – механического описания простейших квантовых систем, входящих в состав электроники;

- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники, современными программными средствами их моделирования и проектирования;

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. .

Дисциплина “Физические основы электроники” основывается на дисциплинах модуля “Физика”, дисциплинах “Теоретические основы электротехники”, “Квантовая механика и статистическая физика”, “Физика конденсированного состояния”.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из двух разделов:

1. Физические основы вакуумной и плазменной электроники.

Вакуум, ионизованный газ, плазма, газовый разряд. Элементарные процессы при взаимодействии электронов и ионов. Упругие и неупругие соударения электронов с атомами и молекулами. Термоэлектронная, автоэлектронная, вторичная электронная, фотоэлектронная эмиссии. Ионно – плазменное распыление. Свойства плазмы. Элементарные процессы в плазме. Ионизация при электронном ударе. Термическая ионизация. Фотоионизация. Ступенчатые процессы при возбуждении и ионизации электронным ударом. Классификация разрядов. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд. Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд. Газоразрядная плазма. Методы исследования плазмы. Плазма низкого и высокого давления.

2. Физические основы полупроводников электроники.

Основные свойства полупроводников. Кремний и германий: химические связи; кристаллическое строение; особенности зонной структуры; основные физико-химические, электрические и оптические свойства, поведение примесей. Классификация полупроводниковых материалов по составу, внутреннему строению и свойствам. Собственный полупроводник и собственная электропроводность. Влияние примесей на электрические свойства полупроводников. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурная зависимость проводимости. Биполярная проводимость. Зависимость положения

уровня Ферми от концентрации носителей и температуры. Электропроводность полупроводников. Проводимость по распространенным и локализованным состояниям. Неравновесные носители заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация. Время жизни носителей заряда. Эффект Холла, магнетосопротивление и термоэлектрические явления. Электропроводность в сильном электрическом поле. Неравновесные состояния в полупроводниках, механизмы и параметры рекомбинации. Оптические и фотоэлектрические свойства полупроводников. Диэлектрики, поляризация, диэлектрическая проницаемость. Частотная зависимость. Пьезоэлектрики, пирозэлектрики, сегнетоэлектрики.

Форма текущей аттестации: домашние задания, устный опрос.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Коды формируемых компетенций: ОПК-2, ОПК-7; ПК-1, ПК-2, ПК-5.

Б1.В.ОД.7 Твердотельная электроника

Цели и задачи дисциплины: Дисциплина формирует у студентов знания и умения, необходимые для освоения дисциплины Б3.В.ОД.7 Проектирование интегральных схем, а также при выполнении курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание дисциплин Б3.Б.9 Материалы электронной техники, Б3.Б.7 Физика конденсированного состояния.

Цель – формирования комплекса знаний и умений, необходимых для понимания физических основ функционирования приборов электроники, а также для моделирования их работы и проектирования конструкции.

Задачи дисциплины – изучение основ физики вакуума и плазмы, физических явлений и процессов, лежащих в основе принципов работы приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники; изучение физических процессов и законов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых приборов, и определяющих характеристики и параметры этих приборов; формирование навыков экспериментальных исследований и техники измерений характеристик и параметров полупроводниковых приборов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основы физики вакуума, плазмы и твердого тела; принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле в приборах и устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники; их конструкции, параметры и характеристики и методы их моделирования;

уметь: применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники и наноэлектроники.

владеть: методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники и наноэлектроники, современными программными средствами их моделирования и проектирования.

приобрести опыт деятельности: проектно-конструкторской, научно-исследовательской.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Основы полупроводниковой электроники. Полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы и тиристоры. Полевые транзисторы и приборы с зарядовой связью. Разновидности полупроводниковых приборов, принцип действия, основные параметры и характеристики, области применения. SPICE-модели полупроводниковых приборов. Термоэлектрические и гальваномагнитные приборы и устройства. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах. Особенности интегральных полупроводниковых приборов. Оптимизация параметров приборов при SPICE-моделировании. Основы схмотехнического и топологического проектирования интегральных схем. Физические ограничения микроминиатюризации интегральных элементов. Физические основы короткоканальных эффектов в МДП-транзисторах. Приборы полупроводниковой СВЧ-электроники. RC и RLC-модели межсоединений. Лавинно-пролетные диоды и диоды Ганна. MeP-транзисторы на основе GaAs. HEMP-транзисторы. HBT-транзисторы. Si-Ge-технология. Усилители и генераторы микроволн на полупроводниковых диодах и транзисторах. Шумы в СВЧ приборах и устройствах. Раздел 2. Основы квантовой и оптической электроники. Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна; принцип работы мазеров и лазеров; инверсия населенностей; двух-, трех- и четырехуровневые схемы работы; методы накачки. Оптические резонаторы, их основные типы и характеристики; собственные типы колебаний – моды, Гауссовы пучки. Приборы оптического диапазона: газовые лазеры, их особенности и характеристики; газоразрядные лазеры на смеси гелия и неона; молекулярные лазеры; газодинамические лазеры; эксимерные лазеры. Твердотельные лазеры, их особенности и характеристики: рубиновый лазер, лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом, волоконные усилители и лазеры. Жидкостные лазеры на органических красителях. Полупроводниковые светодиоды и лазеры, их особенности и характеристики. Инжекционная электролюминесценция, условие инверсии в полупроводниках, квазиуровни Ферми. Активные материалы светодиодов и инжекционных лазеров. Гетеросветодиоды и гетеролазеры. Полупроводниковые фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, p-i-n-фотодиоды и лавинные фотодиоды, солнечные фотоэлементы, фототранзисторы. Оптроны. Методы модуляции оптического излучения. Раздел 3. Основы вакуумной электроники. Виды электронной эмиссии. Эмиттеры свободных электронов. Устройства управления потоком электронов. Детектирование электронного потока. Электронные лампы. Вакуумные СВЧ-приборы: электронные лампы СВЧ, клистроны. Электронно-лучевые приборы. Фотоэлектронные приборы: вакуумные фотоэлементы, фотоэлектронные умножители. Раздел 4. Основы плазменной электроники. Типы электрических разрядов в газах. Вольтамперная характеристика газового разряда. Критерий Таунсенда. Кривые Пашена. Синхротронное и циклотронное излучение. Пассивные и активные методы диагностики плазмы. Газоразрядные приборы. Раздел 5. Основы функциональной электроники. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Устройства на основе ПЗС. Линии задержки. Устройства преобразования изображения. Фильтры. Физические основы функциональной акустоэлектроники. Предмет акустоэлектроники. Типы поверхностных акустических волн (ПАВ). Материалы акустоэлектроники. Способы возбуждения и управления ПАВ. Акустоэлектрический эффект. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии задержки. Фильтры. Акустоопти-

ческие преобразователи изображения. Атенюаторы. Фазовращатели. Функциональные устройства на основе отрицательного объемного сопротивления. ОДП и ОДС. Диоды с S-образной ВАХ. Функциональные устройства на основе S-диодов.

Коды формируемых компетенций: ОПК-2, ОПК-7; ПК-1, ПК-2, ПК-5.

Формы аттестации: Форма текущего контроля: опрос. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет, экзамен.

Б1.В.ОД.8 Нанoeлектроника

Цели и задачи дисциплины: Цель дисциплины состоит в формировании систематических знаний и фундаментальных принципов, определяющих структуру квантовых низкоразмерных систем, а также в изучении явлений и процессов в наноструктурах, используемых при разработке приборов нанoeлектроники. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: получение представлений о физических идеях и принципах современной нанoeлектроники; формирование комплекса теоретических знаний о физических свойствах нанoeлектронных систем, важнейших физических процессах и явлениях, составляющих фундаментальную основу нанoeлектроники; знакомство с существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения нанoeлектронных структур.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, для ее усвоения требуются знания, формируемые в рамках курсов квантовой механики и статистической физики, физических основ электроники, материалов электронной техники.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Размерное квантование. Основные типы наноструктур и их квантово-механические модели. Квантовый конфайнмент и размерность электронной системы. Размерное квантование. Условия наблюдения квантово-размерных эффектов. Элементарные наноструктуры: квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки и их квантово-механические модели. Раздел 2. Электронные свойства квантовых наноструктур. Энергетический спектр и волновые функции двумерного (2D), одномерного (1D) и нульмерного (0D) электронного газа. Описание электронных состояний методом огибающей. Основные типы и энергетический спектр сверхрешеток. Модулированное легирование. Полевые транзисторы на электронных с высокой подвижностью. Статистика носителей заряда в системах пониженной размерности. Размерная осцилляция плотности квантовых состояний и физических свойств 2D- электронного газа. Раздел 3. Кинетические эффекты в наноструктурах; Квантовый эффект Холла. Кинетические явления в двумерных структурах и сверхрешетках. Квантование Ландау и осцилляции Ванье - Штарка. Целочисленный квантовый эффект Холла (ЦКЭХ). Условия наблюдения и результаты эксперимента. Проявление мировых постоянных (e , h). Эффекты локализации и их роль в ЦКЭХ. Аргументы Лафлина. Дробный квантовый эффект Холла и его интерпретация. Структура квантовой жидкости как основного сильно коррелированного состояния двумерного электронного газа в сильном магнитном поле и свойства ее элементарных возбуждений. Дробные заряды и композитные фер-

мионы. Раздел 4. Интерференционные и мезоскопические эффекты в наноструктурах. Баллистический транспорт. Мезоскопические системы. Транспорт носителей в узких каналах и квантование проводимости. Квантовый точечный контакт. Роль контактов для наноструктур. Квантово-интерференционные явления и учет мезоскопических эффектов. Баллистический транспорт. Приборы на основе баллистического транспорта. Раздел 5. Оптические свойства квантовых наноструктур. Гетеролазеры на квантовых ямах и квантовых точках. Оптика квантовых структур. Вероятность перехода в поле электромагнитной волны. Правила отбора. Возможность управления оптическими параметрами в широких пределах. Фотонные кристаллы. Возможность реализации лазерной генерации в непрерывном режиме при комнатной температуре. Каскадные лазеры на междузонных переходах в системе квантовых ям и квантовых точек. Раздел 6. Резонансное туннелирование и приборы на его основе. Вывод условий для реализации туннелирования с единичной вероятностью. Эффект резонансного туннелирования в двухбарьерной структуре с квантовой ямой и в многобарьерных квантовых структурах. ВАХ двух- и многобарьерных структур. Приборы на основе резонансного туннелирования. Раздел 7. Туннелирование в условиях кулоновской блокады. Одноэлектроника. Запирание туннельного тока за счет увеличения кулоновской энергии системы при добавлении одного электрона. Условия наблюдения эффекта. ВАХ асимметричного туннельного контакта без затвора. Механизм образования ступеней. Одноэлектронный транзистор. Устройства на основе одноэлектронных транзисторов. Новые типы электронных схем. Раздел 8. Магнитные наноструктуры. Спинтроника. Перспективы нанoeлектроники. Гигантское магнетосопротивление наноструктур, состоящих из чередующихся магнитных и немагнитных слоев; элементы записи, хранения и считывания информации. Инжекция спиновых токов как основа нового класса приборов; квантовый компьютер.

Коды формируемых компетенций: ОПК-1, ОПК-2.

Формы аттестации: Формы текущего контроля: отчеты по лабораторным работам, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен.

Б1.В.ОД.9 Основы проектирования электронной компонентной базы

Цели и задачи дисциплины:

Формирование знаний и умений, необходимых для автоматизированного проектирования электронной компонентной базы. Изучение и освоение современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных языков описания и проектирования электронной компонентной базы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования;

уметь: выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;

владеть: навыками использования технических и программных средств реализации процессов проектирования; языками описания и проектирования современной электронной компонентной базы.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Общая характеристика процесса проектирования. Раздел 2. Маршруты и этапы проектирования. Раздел 3. Средства автоматизированного проектирования. Раздел 4. Модели компонентов электронных схем. Раздел 5. Автоматизация функционально-логического и схемотехнического проектирования электронных схем. Раздел 6. Автоматизация топологического проектирования электронной компонентной базы. Раздел 7. Языки проектирования высокого уровня.

Коды формируемых компетенций: ОПК-7, ОПК-9; ПК-5.

Формы аттестации: Формы текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – зачет.

Б1.В.ОД.10 Теория групп и тензорный анализ

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с математическими основами и методами теории групп и тензорного анализа.. Основной задачей дисциплины является повышение математической подготовки студентов для более глубокого освоения других курсов, а также для чтения специальной научной литературы.

В результате изучения курса студент должен

знать: основы теории абстрактных групп; классификацию и типы групп симметрии; основные положения теории представлений и ее применения к физическим проблемам; базовые понятия тензорного анализа и его применения в физике.

уметь: определять возможные структуры групп заданного порядка; анализировать группу, заданную таблицей умножения (выделять подгруппы, смежные классы, разбивать группу на классы сопряженных элементов); строить таблицу характеров неприводимых представлений группы; использовать проекционные операторы для нахождения базисных функций неприводимых представлений.

уметь: навыками использования математического аппарата теории групп и тензорного анализа для решения физических задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к числу обязательных дисциплин вариативной части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Для изучения курса студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: векторный анализ, линейная алгебра, некоторые разделы аналитической геометрии. Дисциплина предшествует следующим дисциплинам: кристаллография и кристаллофизика, физика конденсированного состояния, квантовая механика и статистическая физика, квантовая физика низкоразмерных систем.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Абстрактные группы: Аксиомы теории групп. Таблица умножения группы. Подгруппа. Смежные классы и их свойства. Теорема Лагранжа. Сопряженные элементы и их свойства. Классы сопряженных элементов и их свойства. Инвариантная подгруппа. Фактор-группа. Изоморфизм и гомоморфизм групп. Свойства гомоморфных групп. Прямое произведение групп. Раздел 2. Группы симметрии: Операции симметрии и элементы симметрии. Точечные группы симметрии. Трансляционная симметрия. Решетка Браве. Группа трансляций. Условия Борна-Кармана. Пространственные группы. Кристаллографические классы. Раздел 3. Представления групп: Линейные векторные пространства. Линейные операторы. Определение представления группы. Матричные представления. Приводимые и неприводимые представления. Соотношения ортогональности. Характеры представлений и их свойства. Правила построения таблицы характеров неприводимых представлений группы. Характеры неприводимых представлений циклических групп. Представление, индуцируемое базисом. Базисные функции неприводимых представлений. Проекционные операторы. Прямое произведение представлений. Неприводимые представления прямого произведения групп. Неприводимые представления группы трансляций и их базисные функции. Теорема Блоха. Зона Бриллюэна. Раздел 4. Понятие о тензорах: Скаляры, векторы и тензоры второго ранга. Ранг тензора. Преобразования компонент вектора. Преобразования компонент тензора второго ранга. Симметричные и антисимметричные тензоры. Характеристическая поверхность второго порядка. Главные оси. Упрощение уравнений при приведении к главным осям. Величина, характеризующая свойство в данном направлении. Геометрические свойства характеристической поверхности. Построение окружности Мора. Эллипсоид значений тензора. Тензоры некоторых физических свойств.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общефессиональных (ПК): способности представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1); способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - зачет (3 семестр).

Б1.В.ОД.11 Теоретические основы электрорадиотехники

Цели и задачи дисциплины:

Цели: Формирование знаний и умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач возникающих в области электрорадиотехники.

Задачи: обучение грамотному применению практических знаний и умений в области электротехники и радиоэлектроники; ознакомление с историей развития электротехники и радиоэлектроники и основными тенденциями их развития.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: законы постоянного тока, способы получения постоянного тока; линейные и нелинейные цепи постоянного тока; законы переменного тока, способы получения переменного тока, активное, индуктивное, емкостное сопротивление, мощность в цепи переменного тока; назначение электроизмерительных приборов, их устройство и принцип действия; принципы работы систем автоматики и защиты электрических цепей; принципы производства, передачи, распределения и использования электроэнергии; современные тенденции развития электрорадиотехники и электроэнергетики; понятие сигнала сообщения, радиосигнала, канала связи; основные радиотехнические цепи, устройство электронных приборов (диодов, биполярных и полевых транзисторов и т. д.); принципиальные схемы и принцип работы простейших усилителей на транзисторах и микросхемах; блок-схемы и принципиальные схемы транзисторных радиоприёмных устройств, а так же радиоприёмных устройств с использованием микросхем;

уметь: пользоваться электроизмерительными приборами (амперметром, вольтметром, ваттметром, авометром, цифровым мультиметром) при измерениях в цепях переменного, постоянного и трехфазного токов; измерять мощность и энергию в цепях переменного тока; собирать цепи постоянного, переменного и трехфазного токов; пользоваться радиоизмерительными приборами (генераторами, осциллографами);

владеть: умениями использования теоретических основ электрорадиотехники в важнейших практических приложениях; умениями читать принципиальные схемы транзисторных радиоприёмников и определять простейшие неисправности с использованием радиоизмерительных приборов; навыками выполнения простейших электромонтажных работ; навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу обязательных дисциплин основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из следующих разделов. Классификация электроизмерительных приборов. Приборы различных систем. Логометры. Электроизмерительные приборы. Цепи. Генераторы, осциллографы. Линейные электрические цепи. Переменный ток. Активное и реактивное сопротивления в цепях переменного тока. Незвездчатые цепи. Векторные диаграммы. Мощность в цепи переменного тока. Выпрямители. Системы автоматики и защиты электрических цепей. Современные тенденции развития электротехники и электроэнергетики. Краткая история развития радиотехники. Сигнал сообщения. Канал связи. Классификация усилителей. Основные параметры усилителей. Выбор и стабилизация статического режима транзисторного усилителя. Методы стабилизации рабочей точки. Режимы работы усилителя Эмиттерный повторитель. Светодиоды, фотореле. Генераторы.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)
способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3).

б) профессиональные (ПК)

готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (4 семестр).

Б1.В.ОД.12 Программные средства обработки графической информации

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основами компьютерной графики, принципами построения цифровых изображений и особенностями различных классов изображений, со способами задания цвета.

Задачи курса состоят в формировании у студентов знаний о фундаментальных принципах обработки графической информации и практических навыков обработки графической информации в цифровой форме.

В результате изучения курса студент должен знать:

- виды компьютерной графики и связанные с ними методы представления и хранения графической информации;
- основные цветовые модели и режимы;
- классификацию программ для обработки графической информации;
- принципы программной обработки графической информации.

Уметь грамотно выбирать оптимальные методы представления и обработки графической информации, форматы для хранения изображения, разрабатывать эскизы изображений, производить ретуширование (удаление дефектов и царапин) графических изображений.

Владеть навыками работы с основными графическими редакторами.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина)

Дисциплина относится к вариативной части основной образовательной программы по направлению «Электроника и наноэлектроника».

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Графическая информация: Понятие информации. Ее виды и свойства. Представление информации в цифровой форме. Количественные характеристики информации. Виды цифровых изображений. Растровое изображение. Растровая графика. Растр. Пиксель. Размер и разрешение изображения. Кодирование растрового изображения. Глубина цвета. Достоинства и недостатки растровой графики. Области применения растровой графики. Векторное изображение. Векторная графика. Графические примитивы. Кодирование векторного изображения. Достоинства и недостатки векторной графики. Области применения векторной графики. 3D изображения. Воксельная графика. Воксель. Полигональная графика. Полигон. Области применения 3D

графики. Фрактальные изображения. Фрактальная графика. Фрактал. Области применения фрактальной графики. Категории компьютерной графики. Основные форматы графических файлов. Факторы, которые следует учитывать при выборе графического формата. Задачи компьютерной графики. Аппаратные и программные средства обработки графической информации. Категории программных средств, используемых для обработки графической информации. Раздел 2. Цветовые модели и режимы: Некоторые понятия теории цвета. Цветоощущение. Цвет и окраска. Яркость. Светлота. Цветность. Цветовой тон. Доминирующая длина волны. Спектральная чистота цвета. Насыщенность. Цветовая модель. Законы Грассмана. Цветовое пространство. Цветовые координаты. Типы цветовых моделей. Аддитивные цветовые модели. Субтрактивные цветовые модели. Перцепционные цветовые модели. Универсальные цветовые модели. Системы соответствия цветов. Системы управления цветом. Цветовой профиль. Основные цветовые режимы. Раздел 3. Принципы организации работы с растровой графикой: Средства для работы с растровой графикой. Источники получения растровых изображений. Основные возможности растрового графического редактора. Инструментальные средства растровых редакторов. Каналы и маски. Ретушь. Тоновая коррекция изображения. Цветовая коррекция изображения. Работа со слоями. Графический редактор Photoshop как пример средства обработки растровой графики. Раздел 4. Принципы организации работы с векторной графикой: Средства для работы с векторной графикой. Источники получения векторных изображений. Элементы векторной графики. Графический редактор CorelDraw как пример средства обработки векторной графики.

Коды формируемых компетенций:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные (ОПК)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать:

- готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4).

б) профессиональные (ПК)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать

- способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: собеседование, проверка выполненных лабораторных работ. Промежуточная аттестация - экзамен (1 семестр).

Б1.В.ОД.13 Физика твердотельных структур

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих в научно-практическом направлении,

сформировавшемся на стыке трех наук - физики твердого тела, микроэлектроники, физики полупроводниковых приборов.

Задачей дисциплины является усвоение основных принципов физических явлений и закономерностей, положенных в основу работы различных приборов и устройств твердотельной микроэлектроники, ознакомление с их конструкциями, технологией изготовления и областями применения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, физические принципы работы твердотельных микроэлектронных структур, являющихся основными составными элементами приборов и интегральных схем,

уметь: решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой приборов и устройств твердотельной микроэлектроники,

владеть: навыками подбора материалов с заданными электрофизическими свойствами для проектирования устройств твердотельной микро и наноэлектроники.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к модулю БЗ «Профессиональный цикл, вариативная часть, обязательные дисциплины»

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из десяти разделов. Раздел 1. Классификация дискретных полупроводниковых приборов и элементов ИС. Основные тенденции и перспективы развития. Раздел 2. Диоды с контактом металл-полупроводник. Вольт-амперные характеристики диодов с контактом Шоттки. Раздел 3. Полупроводниковые диоды. Физический **p-n** переход, контактная разность потенциалов. Диффузионная емкость, зависимость от частоты переменного сигнала. Виды пробоя **p-n** переходов: тепловой, туннельный, лавинный. Раздел 4. Лавинно-пролетные диоды. Лавинно-пролетный режим работы и режим с захваченной плазмой. Туннельные и обращенные диоды. Особенности вольт-амперных характеристик. Раздел 5. Биполярные транзисторы. Транзистор как усилитель мощности. Схемы включения с общей базой и общим эмиттером. Зонная диаграмма транзистора в нормальном активном режиме. Раздел 6. Динисторы и тиристоры. Вольт-амперные характеристики динистора в прямом и обратном направлениях. Вольт-амперные характеристики тиристора. Раздел 7. Полевые транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим **p-n** переходом. Принцип действия. Расчет входных вольт-амперных характеристик полевого транзистора с управляющим **p-n** переходом. Раздел 8. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП транзисторы). МДП транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. Особенности применения МДП транзисторов в БИС. Раздел 9 Полупроводниковые приборы с зарядовой связью (ПЗС). Принцип действия и основные параметры. Раздел 10. Приборы на основе объемных эффектов. Принцип действия и режим работы диодов Ганна (при наличии доменов сильного поля с ограничением накопления объемного заряда).

Коды формируемых компетенций:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные компетенции (ОПК) - способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3); способностью ис-

пользовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5); способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

б) профессиональные компетенции (ПК) – способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Общая трудоемкость дисциплины: **5 зачетных единиц (180 часов).**

Форма промежуточной аттестации:

Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой, курсовая (7 семестр).

Б1.В.ОД.14 Строение вещества

Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения курса «Строение вещества» является ознакомление студентов с основными законами современной физики микромира и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности. Курс «Строение вещества» позволяет научить студентов строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями, формирует у студентов подлинно научное мировоззрение. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Атомная физика» является основой для более глубокого понимания последующих курсов по физике, теоретической физике и спецкурсов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные опытные факты, послужившие толчком к созданию квантовой теории;

этапы становления современной физики атомов; основные понятия квантовой физики;

основные представления теории относительности, физики конденсированного состояния вещества, ядерной физики;

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов, применять полученные знания при решении конкретных задач.

владеть: навыками использования экспериментальных и теоретических методов для решения физических задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина

Б1.В.ОД.14 Структура вещества относится к вариативной части обязательных дисциплин общенаучного цикла.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из 9 разделов. Раздел 1. Атомистические представления о веществе. Раздел 2. Атомистические представления об электричестве. Раздел 3. Атомистические представления об излучении. Раздел 4. Модель атома Бора-Резерфорда. Раздел 5. Теория относительности. Раздел 6. Рентгеновские лучи. Раздел 7. Волны и частицы. Раздел 8. Конденсированное состояние вещества. Раздел 9. Радиоактивность.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общекультурных (ОК):

ОК-6

профессиональных (ПК):

ПК-1, ПК-2, ПК-6

Общая трудоемкость дисциплины: 72 часа

Форма промежуточной аттестации: экзамен (1 семестр)

Б1.В.ОД.15 Проектирование интегральных схем

Цели и задачи учебной дисциплины:

Формирование знаний и умений, необходимых для автоматизированного проектирования интегральных схем. Изучение и освоение современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. Формирование и закрепление навыков проектирования интегральных схем с использованием современных программных средств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования интегральных схем;

уметь: выбирать и описывать модели интегральных схем на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;

владеть: навыками использования технических и программных средств реализации процессов проектирования интегральных схем.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу обязательных дисциплин основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Маршруты и этапы проектирования больших и сверхбольших интегральных схем. Раздел 2. Системы автоматизированного проектирования больших интегральных схем. Раздел 3. Проектирование базовых структур интегральных схем. Раздел 4. Функционально-логическое и схе-

мотехническое проектирование функциональных блоков комбинационного типа. Раздел 5. Функционально-логическое и схемотехническое проектирование функциональных блоков последовательностного типа. Раздел 6. Топологическое описание проекта. Раздел 7. Проектирование топологии больших и сверхбольших интегральных схем.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)

способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

б) профессиональные (ПК)

готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5);

готовность обеспечивать технологичность изделий электронной техники (ПК-19).

Общая трудоемкость дисциплины: 5 зачетных единиц (180 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (8 семестр).

Б1.В.ДВ.1.1 Технология материалов микро- и нанoeлектроники

Цели и задачи дисциплины: Дисциплина формирует у студентов знания и умения необходимые для успешного выбора и реализации технологии формирования тонких слоев и наноструктур для применений в микро- и нанoeлектронике. Для успешного освоения курса требуется знание дисциплин Б1.В.ОД.1 «Кристаллография и кристаллофизика» и Б1.В.ОД.2 «Физика конденсированного состояния».

Цель – формирование знаний и умений необходимых для выбора и реализации методов формирования тонкопленочных структур и наноструктур для различных целей микро- и нанoeлектоники.

Задача дисциплины - формирование и углубление знаний об особенностях наноструктурированного состояния материалов, а также принципах и возможностях различных методов получения тонких слоев и наноструктур. В ходе изучения курса студенты получают основные представления о закономерностях образования тонких пленок и наноструктур, изучают физические основы различных методов получения тонких пленок, возможности применения этих методов для получения различных материалов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: классификации методов получения наноструктур, особенности различных методов получения тонких слоев и наноструктур, области применения различных методов получения тонких пленок и наноструктур.

уметь: производить выбор оптимального метода формирования тонкопленочной структуры и наноструктуры, предназначенной для создания

различных устройств электронной техники.

владеть: навыками выбора оптимальной технологии формирования тонкопленочных структур и наноструктур.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к модулю М2 «Профессиональный цикл»

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из трех разделов. Раздел 1. Общие закономерности формирования тонких пленок и наноструктур. Механизмы зародышеобразования и роста новой фазы. Зарождение кристаллов. Модель роста *идеальных* кристаллов, зародышеобразование на поверхности реальных кристаллов. Эпитаксия. Анизотропия граничной энергии и процессы зарождения. Механизмы эпитаксии. Влияние температуры, дефектов подложки, пересыщения на эпитаксию. Раздел 2. Физические методы получения тонких пленок и наноструктур. Скорость испарения. Уравнение Герца – Кнудсена. Ячейка Кнудсена. Распределение испаренных молекул по направлениям. Источники точечные и малой площади. Закон косинуса. Закон распределения толщины покрытий. Термическое испарение резистивным теплом испарителя. Виды испарителей. Термическое испарение с помощью нагрева электронной бомбардировкой. Различные виды электронных пушек. Держатели вещества. Механизмы испарения жидкостей и твердых тел. Специальные методы испарения. Реактивное испарение. Испарение из двух испарителей. Дискретное термическое испарение. Катодное распыление. Условия существования самостоятельного тлеющего разряда. Разряд, поддерживаемый термоэлектронной эмиссией и магнитным полем, магнетронное распыление. Высокочастотное распыление. Физический механизм ионного распыления. Пороговые энергии ионного распыления. Энергии связи атомов на поверхности. Коэффициент распыления. Теория Зигмунда. Распределение распыленных частиц по направлениям и энергиям. Зависимость коэффициента распыления от энергии бомбардирующих частиц и порядкового номера атомов мишени. Распыление многокомпонентных материалов и монокристаллов. Раздел 3. Химические методы получения тонких пленок и наноструктур. Получение тонких пленок и наноструктур с участием химических реакций. Диффузионная и кинетическая стадии гетерогенных химических реакций. Влияние факторов температуры, концентрации, скорости потока на переход от диффузионного режима к кинетическому режиму. Осаждение из газовой фазы. Метод жидкофазной эпитаксии. Метод роста из растворов. Золь-гель технологии.

Коды формируемых компетенций: профессиональные (ПК) способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК- 1); способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат (ОПК-2); готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа)

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: рефераты, опрос. Промежуточная аттестация - зачет (6 семестр)

Б1.В.ДВ.1.2 Физика и технология тонких пленок

Цели и задачи дисциплины: Дисциплина формирует у студентов знания и умения необходимые для успешного выбора и реализации технологии формирования тонких слоев для применений в микро- и наноэлектронике. Для успешного освоения курса требуется знание дисциплин Б1.В.ОД.1 «Кристаллография и кристаллофизика» и Б1.В.ОД.2 «Физика конденсированного состояния».

Цель – формирование знаний и умений необходимых для выбора и реализации методов формирования тонкопленочных структур для различных целей микро- и наноэлектоники.

Задача дисциплины - формирование и углубление знаний об особенностях наноструктурированного состояния материалов, а также принципах и возможностях различных методов получения тонких слоев. В ходе изучения курса студенты получают основные представления о закономерностях образования тонких пленок, изучают физические основы различных методов получения тонких пленок, возможности применения этих методов для получения различных материалов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: классификации методов получения тонких пленок, особенности различных методов получения тонких слоев, области применения различных методов получения тонких пленок.

уметь: производить выбор оптимального метода формирования тонкопленочной структуры, предназначенной для создания различных устройств электронной техники.

владеть: навыками выбора оптимальной технологии формирования тонкопленочных структур.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к модулю М2 «Профессиональный цикл»

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из трех разделов. Раздел 1. Общие закономерности формирования тонких пленок. Механизмы зародышеобразования и роста новой фазы. Зарождение кристаллов. Модель роста *идеальных* кристаллов, зародышеобразование на поверхности реальных кристаллов. Эпитаксия. Анизотропия граничной энергии и процессы зарождения. Механизмы эпитаксии. Влияние температуры, дефектов подложки, пересыщения на эпитаксию. Раздел 2. Физические методы получения тонких пленок. Скорость испарения. Уравнение Герца – Кнудсена. Ячейка Кнудсена. Распределение испаренных молекул по направлениям. Источники точечные и малой площади. Закон косинуса. Закон распределения толщины покрытий. Термическое испарение резистивным теплом испарителя. Виды испарителей. Термическое испарение с помощью нагрева электронной бомбардировкой. Различные виды электронных пушек. Держатели вещества. Механизмы испарения жидкостей и твердых тел. Специальные методы испарения. Реактивное испарение. Испарение из двух испарителей. Дискретное термическое испарение. Катодное распыление. Условия существования самостоятельного тлеющего разряда. Разряд, поддерживаемый термоэлектронной эмиссией и магнитным полем, магнетронное распыление. Высокочастотное распыление. Физический механизм ионного распыления. Пороговые энергии ионного распыления. Энергии связи атомов на поверхности. Коэффициент распыления. Теория Зигмунда. Распределение распыленных частиц по направлениям и энергиям. Зависимость коэффициента распыления от энергии бомбардирующих частиц и порядкового номера атомов мишени. Распыление многокомпонентных материалов и монокристаллов.

Раздел 3. Химические методы получения тонких пленок. Получение тонких пленок с участием химических реакций. Диффузионная и кинетическая стадии гетерогенных химических реакций. Влияние факторов температуры, концентрации, скорости потока на переход от диффузионного режима к кинетическому режиму. Осаждение из газовой фазы. Метод жидкофазной эпитаксии. Метод роста из растворов. Золь-гель технологии.

Коды формируемых компетенций: профессиональные (ПК) способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК- 1); способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат (ОПК-2); готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа)

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: рефераты, опрос. Промежуточная аттестация - зачет (6 семестр)

Б1.В.ДВ.2.1 Информатика и программирование

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является получение студентами знаний, необходимых при конструировании пользовательских программ для класса вычислительных задач в области физики. Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение базовых понятий алгоритмизации и программирования;
- освоение основ программирования на языке Паскаль;
- ознакомление с принципами объектно-ориентированного подхода при разработке приложений.

В результате изучения курса студент должен *знать*:

- этапы разработки программ и основные понятия структурного программирования;
- способы организации данных;
- основные элементы алгоритмического языка Паскаль;

уметь:

- грамотно поставить задачу,
- разработать эффективный алгоритм,
- выбрать соответствующие языковые средства,
- определить структуру обрабатываемых данных;
- написать и документировать надежную и легко модифицируемую программу;

владеть:

- навыками создания и отладки пользовательских программ на языке программирования Pascal в интегрированной среде разработки.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных в школе при изучении

информатики, а также при изучении курса "Информационные технологии ч.1" в 1-м семестре. Дисциплина предшествует и является основополагающей для изучения следующих дисциплин: численные методы, компьютерное моделирование наносистем, квантовая информатика.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из одиннадцати разделов. Раздел 1. Введение в информатику. Раздел 2. Основные понятия пользовательского программирования. Раздел 3. Основы алгоритмического языка Паскаль. Раздел 4. Реализация базовых алгоритмических конструкций на языке Паскаль. Раздел 5. Структуры данных. Раздел 6. Структурное и модульное программирование на языке Паскаль. Раздел 7. Организация ввода-вывода в Паскале. Раздел 8. Динамические структуры данных. Раздел 9. Программирование некоторых классических алгоритмов и задач на Паскале. Раздел 10. Основы объектно-ориентированного программирования. Раздел 11. Среда визуального программирования Lazarus.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общефессиональных (ОПК): способности осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6); способности использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

профессиональных (ПК): готовности анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Общая трудоемкость дисциплины: 7 зачетных единиц (252 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (2 семестр).

Б1.В.ДВ.2.2 Программные средства компьютерной математики и физики

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков работы с современными пакетами прикладных программ для практического освоения подходов и методов решения задач математического моделирования физических процессов. Задачами изучения дисциплины являются:

-изучение систем компьютерной математики для решения задач в области математики и вычислительной физики;

-формирование умения разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения прикладных задач средствами современных систем компьютерной математики.

В результате изучения курса студент должен *знать*:

современные системы компьютерной математики и их функциональные возможности;

уметь разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения прикладных задач средствами современных систем компьютерной математики;
владеть навыками работы с прикладными пакетами компьютерной математики для математических и физических расчетов.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных в школе при изучении математики, информатики и физики, а также при изучении курсов "Информационные технологии", "Математический анализ", "Линейная алгебра" и "Физика" в 1-м семестре. Изучение дисциплины " Программные средства компьютерной математики и физики" необходимо для освоения следующих дисциплин: численные методы, компьютерное моделирование наносистем.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1 Введение в компьютерную математику. Раздел 2. Основы работы в системе MathCad. Раздел 3. Основные возможности системы MatLab. Раздел 4. Обзор возможностей системы Mathematica. Раздел 5. Изучение основных возможности системы Maple.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общефессиональных (ОПК): способности к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1); способности самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2).

Общая трудоемкость дисциплины: 7 зачетных единиц (252 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (2 семестр).

Б1.В.ДВ.3.1 Принципы нанотехнологии

Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины - формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств твердых тел, и прежде всего – полупроводников, при создании элементов, приборов и устройств наноэлектроники.

Задачи дисциплины:

- изучение основ строения материалов и физики происходящих в них явлений, при уменьшении размеров до величины порядка длины волны де Бройля и возможные технологии формирования материалов наноразмерных структур;
- изучение особенностей протекания физических процессов в наноразмерных структурах, и их классификация по характеру ограничения в движении носителей;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и технологические ограничения.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина “Принципы нанотехнологии” является дисциплиной профессионального цикла и относится к вариативной части. Код учебного цикла БЗ.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из двух разделов:

1. Этапы и основы развития электроники. Основные представления квантовой механики. Строение и свойства материалов микроэлектроники. Полупроводники и их свойства. Полупроводниковые структуры. Предпосылки перехода от микро- к наноэлектронике. Физические основы наноэлектроники. Квантоворазмерные эффекты. Виды низкоразмерных объектов. Резонансный туннельный эффект. Полупроводниковые сверхрешетки. Некоторые устройства молекулярной электроники.

2. Технические средства нанотехнологий. Эпитаксиальные методы получения наноструктур. Нанолитография. Зондовые нанотехнологии. Углеродные нанотрубки. Перспективы развития нанотехнологий. Экономические и социальные последствия внедрения нанотехнологии.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

Общекультурные компетенции (ОК): ОК-1, ОК-10.

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-2, ПК-19, ПК-27, ПК-28.

В результате освоения дисциплины “Принципы нанотехнологии” обучающийся должен:

знать:

– принципы использования квантовых физических эффектов в твердом теле в электронных приборах и устройствах твердотельной электроники и микроэлектроники;

– основные физико- химические процессы, лежащие в основе формирования полупроводниковых наноструктур.

уметь:

– объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах;
– оценивать роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в устройствах электроники и наноэлектроники;

– владеть:

– информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств микро- и наноэлектроники;

– информацией о методах создания устройств микро- и наноэлектроники.

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа).

Форма текущей аттестации:

Контрольные работы, домашние задания, устный опрос.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет (2 семестр).

Б1.В.ДВ.3.2 Введение в нанотехнологию

Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины - формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств твердых тел, и прежде всего –

полупроводников, при создании элементов, приборов и устройств наноэлектроники.

Задачи дисциплины:

- изучение особенностей протекания физических процессов в наноразмерных структурах, и их классификация по характеру ограничения в движении носителей;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и технологические ограничения.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина “Введение в нанотехнологию” является дисциплиной по выбору профессионального цикла и относится к вариативной части. Код учебного цикла Б1.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из двух разделов:

1. Этапы и основы развития электроники. Полупроводники и их свойства. Полупроводниковые структуры. Предпосылки перехода от микро- к наноэлектронике. Физические основы наноэлектроники. Квантоворазмерные эффекты. Виды низкоразмерных объектов. Резонансный туннельный эффект. Полупроводниковые сверхрешетки. Некоторые устройства молекулярной электроники.

2. Технические средства нанотехнологий. Эпитаксиальные методы получения наноструктур. Нанолитография. Зондовые нанотехнологии. Углеродные нанотрубки. Перспективы развития нанотехнологий. Экономические и социальные последствия внедрения нанотехнологии.

Коды формируемых компетенций:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики ОПК-1;

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат ОПК-2.

В результате освоения дисциплины “Принципы нанотехнологии” обучающийся должен:

знать:

- принципы использования квантовых физических эффектов в твердом теле в электронных приборах и устройствах твердотельной электроники и микроэлектроники;

- основные физико- химические процессы, лежащие в основе формирования полупроводниковых наноструктур,

уметь:

- объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах;
- оценивать роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в устройствах электроники и наноэлектроники;

- владеть:

- информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств микро- и наноэлектроники;

- информацией о методах создания устройств микро- и наноэлектроники;

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа).

Форма текущей аттестации:

Контрольные работы, домашние задания, устный опрос.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет (2 семестр).

Б1.В.ДВ.4.1 Квантовая физика низкоразмерных систем

Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения курса квантовой физики низкоразмерных систем является ознакомление студентов с основными законами современной физики микромира и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности. Курс квантовой физики низкоразмерных электронных систем позволяет научить студентов строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями, происходящими в твердотельных системах, являющихся элементной базой наноиндустрии настоящего и будущего. Обладая теоретической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Квантовая физика наносистем» является весьма привлекательной как с точки зрения формирования у студентов кафедры физики твердого тела и наноструктур подлинно научного мировоззрения, так и овладения современными профессиональными компетенциями.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и определений квантовой физики систем пониженной размерности, таких, как структуры с двумерным электронным газом, квантовые нити и точки;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и их характеристика
- изучение особенностей протекания физических процессов в системах пониженной размерности с ориентацией на самые последние достижения в области физики полупроводниковых гетероструктур;
- ознакомление с современными результатами применения научных разработок в области низкоразмерных электронных систем в производстве.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основы наноэлектроники и основы квантовой физики микромира; ознакомиться с основными разделами курса “квантовая физика низкоразмерных систем”: Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности; Транспортные явления, Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности, Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности; основы квантовой физики наносистем (основные формулы и основные определения)

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина

Б1.В.ДВ.4 «Квантовая физика низкоразмерных систем» относится к вариативной части обязательных дисциплин общенаучного цикла.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Потенциальный барьер конечной ширины. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Особенности движения частиц над потенциальной ямой. Структура со сдвоенной квантовой ямой. Энергетический спектр сверхрешеток. Раздел 2. Транспортные явления. Стационарная дрейфовая скорость. Рассеяние электронов в 2D-системах. ТермоЭДС в квазидвумерных системах. Асимметричные наноструктуры в магнитном поле. Подвижность электронов в системах с селективным легированием. Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности. Раздел 3. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности. Приповерхностная область пространственного заряда. Уравнение Пуассона. Разновидности областей пространственного заряда. Решение уравнения Пуассона. Поверхностное квантование. Раздел 4. Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в 2D-системах. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации электронов и толщины пленки для 2D-систем. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Влияние размерного квантования на состояния мелкого экситона. Энергетический спектр в полупроводниковых пленках с вырожденными зонами.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общекультурных (ОК):

ОК-6

профессиональных (ПК):

ПК-1, ПК-2, ПК-6

Общая трудоемкость дисциплины: 72 часа

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой (8 семестр)

Б1.В.ДВ.4.2 Электронные свойства низкоразмерных систем

Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения курса «электронные свойства низкоразмерных систем» является ознакомление студентов с основными законами современной физики микромира и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности. Данный курс позволяет научить студентов

строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями, происходящими в твердотельных системах пониженной размерности, являющихся элементной базой nanoиндустрии настоящего и будущего. Обладая теоретической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Квантовая физика наносистем» является весьма привлекательной как с точки зрения формирования у студентов кафедры физики твердого тела и наноструктур подлинно научного мировоззрения, так и овладения современными профессиональными компетенциями.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и определений квантовой физики систем пониженной размерности, таких, как структуры с двумерным электронным газом, квантовые нити и точки;
- классификация методов формирования наноразмерных структур и их характеристика
- изучение особенностей протекания физических процессов в системах пониженной размерности с ориентацией на самые последние достижения в области физики полупроводниковых гетероструктур;
- ознакомление с современными результатами применения научных разработок в области низкоразмерных электронных систем в производстве.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основы наноэлектроники и основы квантовой физики микромира; ознакомиться с основными разделами курса “электронные свойства низкоразмерных систем”: особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности; транспортные явления, экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности, распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности; основы квантовой физики наносистем (основные формулы и основные определения)

уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина

Б1.В.ДВ.4 «Квантовая физика низкоразмерных систем» относится к вариативной части обязательных дисциплин общенаучного цикла.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Потенциальный барьер конечной ширины. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Особенности движения частиц над потенциальной ямой. Структура со сдвоенной квантовой ямой. Энергетический спектр сверхрешеток. Раздел 2. Транспортные явления. Стационарная дрейфовая скорость. Рассеяние электронов в 2D-системах. ТермоЭДС в квазидвумерных системах. Асимметричные наноструктуры в магнитном поле. Подвижность электронов в системах с селективным легированием. Особенности электрон-фононного взаимо-

действия в системах пониженной размерности. Раздел 3. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности. Приповерхностная область пространственного заряда. Уравнение Пуассона. Разновидности областей пространственного заряда. Решение уравнения Пуассона. Поверхностное квантование. Раздел 4. Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в 2D-системах. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации электронов и толщины пленки для 2D-систем. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Влияние размерного квантования на состояния мелкого экситона. Энергетический спектр в полупроводниковых пленках с вырожденными зонами.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общекультурных (ОК):

ОК-6

профессиональных (ПК):

ПК-1, ПК-2, ПК-6

Общая трудоемкость дисциплины: 72 часа

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой (8 семестр)

Б1.В.ДВ.5.1 Физические основы микро- и нанотехнологий

Цели и задачи дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Физические основы микро- и нанотехнологий» являются:

- ознакомление с основными идеями и техническими решениями, используемыми в современной микро- и наноэлектронике;
- формирование знаний в области теоретических и технологических принципов наноэлектроники, лежащих в основе построения современных информационных систем;
- овладение навыками в оценке современных технологических методов и возможностей их использовании в наноэлектронике.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Физические основы микро- и нанотехнологий» относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из пяти разделов:

- 1 Физические основы и технологические ограничения при формировании микро- и наноструктур.
- 2 Использование фотонных и электронных пучков для литографических процессов. Методы формирования и использования в литографиях пучков частиц.
- 3 Современные методы микролитографии, процессы и физические основы фотолитографии, электролитографии.

4 Использование ионных пучков для формирования микро- и наноструктур в объеме подложки.

5 Современные направления в развитии литографических процессов.

Коды формируемых компетенций:

а) общекультурные (ОК)

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики ОПК-1;

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат ОПК-2;

- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-7.

б) профессиональные (ПК)

- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования ПК-1.

Уметь:

- применять знания, полученные при изучении курсов физических и математических

дисциплин при рассмотрении вопросов, связанных с теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления наноэлектронных приборов и устройств.

Владеть:

- основами знаний в области базовых и типовых технологических операций современной наноэлектроники, владеть терминологией изучаемой дисциплины;

- навыками проведения экспертной оценки существующих и перспективных нанотехнологий, элементов и устройств наноэлектроники.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации:

Форма текущего контроля: опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (6 семестр).

Б1.В.ДВ.5.2 Технологические основы микро- и наноэлектроники

Цели и задачи дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Технологические основы микро- и наноэлектроники» являются:

- ознакомление с основными идеями и техническими решениями, используемыми в современной микро- и наноэлектронике;

- формирование знаний в области теоретических и технологических принципов наноэлектроники, лежащих в основе построения современных информационных систем;
- овладение навыками в оценке современных технологических методов и возможностей их использовании в наноэлектронике.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Технологические основы микро- и наноэлектроники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из пяти разделов:

- 1 Физические основы и технологические ограничения при формировании микро- и наноструктур.
- 2 Современные методы микролитографии, процессы и физические основы фотолитографии, электролитографии.
- 3 Использование фотонных и электронных пучков для литографических процессов. Методы формирования и использования в литографиях пучков частиц.
- 4 Использование ионных пучков для формирования микро- и наноструктур в объеме подложки.
- 5 Современные направления в развитии литографических процессов.

Коды формируемых компетенций:

а) общекультурные (ОК)

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики ОК-1;
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат ОК-2;
- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОК-7.

б) профессиональные (ПК)

- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования ПК-1.

Уметь:

- применять знания, полученные при изучении курсов физических и математических

дисциплин при рассмотрении вопросов, связанных с теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления наноэлектронных приборов и устройств.

Владеть:

- основами знаний в области базовых и типовых технологических операций современной наноэлектроники, владеть терминологией изучаемой дисциплины;
- навыками проведения экспертной оценки существующих и перспективных нанотехнологий, элементов и устройств наноэлектроники.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации:

Форма текущего контроля: опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (6 семестр).

Б1.В.ДВ.6.1 Компьютерное моделирование наносистем

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с физическими принципами, лежащими в основе моделирования материалов на наноуровне, формирование у студентов знаний об основных методах моделирования в нанофизике, формирование умения проводить вычислительный эксперимент в данной предметной области, используя при этом современные программные среды для моделирования наносистем.

Основной задачей дисциплины является подготовка студентов для решения инженерных и научно-исследовательских задач нанофизики с помощью компьютерного моделирования.

В результате изучения курса студент должен

знать: основные положения, принципы и методы вычислительной физики; особенности основных моделей и алгоритмов, используемых в вычислительной нанофизике; характеристики и практические аспекты применения основных программных пакетов для компьютерного моделирования наносистем;

уметь: применять современные методы компьютерного моделирования для расчета, интерпретации и предсказания строения и физико-химических свойств наносистем;

владеть: навыками работы с современными программными средами моделирования наносистем.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Для ее изучения студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: информатика и программирование, дифференциальные уравнения, методы математической физики, квантовая механика и статистическая физика, численные методы, физика конденсированного состояния.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Раздел 2. Уравнение Шредингера для систем многих частиц. Раздел 3. Теория функционала плотности. Раздел 4. Моделирование электронного строения нанопленок и нанослоев. Раздел 5. Моделирование электронного строения нанотрубок и нанонитей. Раздел 6. Компьютерная реализация моделирования наносистем.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общеобразовательных (ОПК): способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности,

привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); способности использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

профессиональных (ПК): способности строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (8 семестр).

Б1.В.ДВ.6.2 Квантовомеханические методы в физике наносистем

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с методами квантовой механики, используемыми при моделировании наносистем, формирование у студентов знаний о современном положении научных исследований в области моделирования наноструктур неэмпирическими методами.

Основной задачей дисциплины является подготовка студентов для решения инженерных и научно-исследовательских задач нанофизики с помощью *ab initio* моделирования.

В результате изучения курса студент должен

знать: основные положения методов квантовой механики, используемых при исследовании наносистем;

уметь: выбирать оптимальные методы расчетов физико-химических свойств наноструктур;

владеть: навыками использования основных методов расчетов свойств наносистем.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Для ее изучения студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: дифференциальные уравнения, методы математической физики, квантовая механика и статистическая физика, численные методы, физика конденсированного состояния.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Элементы физики атомов. Раздел 2. Многочастичные системы. Раздел 3. Теория функционала плотности. Раздел 4. Методы расчета электронного энергетического спектра периодических структур. Раздел 5. Методы расчета электронного строения нанопленок и нанослоев. Раздел 6. Методы расчета электронного строения нанотрубок и нанонитей.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общефессиональных (ОПК): способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); способности использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

профессиональных (ПК): способности строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, опрос. Промежуточная аттестация - экзамен (8 семестр).

Б1.В.ДВ.7.1 Микросхемотехника

Цели и задачи дисциплины:

Изучение и освоение теоретических основ и методов проектирования базовых логических элементов цифровых схем, функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа, триггерных устройств и конечных автоматов. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных средств проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: элементную базу микроэлектроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств микроэлектроники;

уметь: синтезировать микроэлектронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и наноэлектроники;

владеть: навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Способы представления информации. Раздел 2. Булева алгебра и логические функции. Раздел 3. Преобразования логических функций. Раздел 4. Проектирование базовых логических элементов цифровых систем. Раздел 5. Функциональные узлы комбинационного типа. Раздел 6. Проектирование функциональных блоков комбинационного типа. Раздел 7. Проектирование функциональных блоков последовательностного типа. Раздел 8. Проектирование конечных автоматов.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)

способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

б) профессиональные (ПК)

способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);

готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

Общая трудоемкость дисциплины: 5 зачетных единиц (180 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация –зачет (7 семестр).

Б1.В.ДВ.7.2 Основы цифровой электроники**Цели и задачи дисциплины:**

Формирование представления о теоретических основах построения, функционирования и методах проектирования базовых логических элементов цифровых схем, функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа, триггерных устройств и конечных автоматов. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных средств проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: элементную базу цифровой электроники, основные схемотехнические решения и функциональные узлы устройств электроники;

уметь: синтезировать электронные устройства на основе данных об их функциональном назначении и электрических параметрах; проводить анализ воздействия сигналов; применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования устройств электроники и наноэлектроники;

владеть: навыками практической работы с программными средствами функционально-логического и схемотехнического проектирования.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Цифровое представление информации. Раздел 2. Булева алгебра и логические функции. Раздел 3. Минимизация логических функций. Раздел 4. Базовые логические элементы цифровых систем.

Раздел 5. Цифровые устройства комбинационного типа. Раздел 6. Цифровые устройства последовательностного типа. Раздел 7. Конечные автоматы. Раздел 8. Схемы контроля. Раздел 9. Запоминающие устройства.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)

способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

б) профессиональные (ПК)

способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);

готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

Общая трудоемкость дисциплины: 5 зачетных единиц (180 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация –зачет (7 семестр).

Б1.В.ДВ.8.1 Специальный физический практикум по физике полупроводников

Цели и задачи дисциплины:

Физика полупроводников и диэлектриков является одним из важнейших разделов физики твердого тела. Будущему учителю физики или специалисту физики глубокие знания в области физики полупроводников являются обязательным. Это связано с тем, что самые большие достижения в исключительно бурно развивающейся микроэлектронике связаны с физикой полупроводников. Основная цель преподавания спецкурса по физике полупроводников и диэлектриков состоит в получении студентами достаточных знаний по физическим свойствам полупроводников и диэлектриков, влиянию различных дефектов и внешних воздействий на эти свойства, приобретении студентами навыков определения параметров и характеристик полупроводников и диэлектриков.

Основная цель преподавания физики полупроводников и диэлектриков способствует и лучшему усвоению других физических курсов. В связи с этим при изучении данного курса серьезное внимание должно быть уделено физической стороне изучаемых явлений и процессов.

Задачи изучения курса "физика полупроводников и диэлектриков" сводится к приобретению студентами определенного комплекса знаний и умений. Студент должен знать:

-принципиальное отличие полупроводников и диэлектриков от других твердых тел, статистику равновесных носителей заряда в твердых телах, физику электрических и оптических явлений в твердых телах, влияние дефектов и

внешних воздействий на их свойства;

-методы измерения параметров полупроводников и диэлектриков;

-устройство и принцип работы измерительных приборов для определения параметров полупроводников и диэлектриков;

-область применения и основные направления развития современного состояния твердого тела.

Изучение физики полупроводников должно выработать овладению студентам следующих умений:

-применять полученные знания для решения инженерных, научно-исследовательских, методических, производственных и др. задач;

-пользоваться современными методами изучения и анализа физических явлений и процессов в полупроводниках и диэлектриках;

-пользоваться основными измерительными приборами для определения параметров полупроводников.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к модулю БЗ «Профессиональный цикл, вариативная часть, обязательная дисциплина»

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из восемнадцати лабораторных работ.

1. Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях. Зависимость подвижности от электрического поля. Изменение концентрации равновесных носителей под действием электрического поля.
2. Эффект Холла в примесных и собственных полупроводниках. Холловская и дрейфовая подвижности. Изменение сопротивления вещества в магнитном поле.
3. Термоэлектрические явления. Явления Зеебека. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Эффекты Пельтье и Томсона. Связь между термоэлектрическими коэффициентами.
4. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры. Влияние центров прилипания на кинетику процессов.
5. Оптические свойства полупроводников. Прямые и не прямые переходы. Поглощение излучения экситонами, примесями, свободными носителями и колебаниями атомов.
6. Фотоэлектрические явления. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Собственная и примесная фотопроводимости. Термостимулированная фотопроводимость.
7. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузия и дрейф при монополярной проводимости и собственных полупроводниках. Эффекты Дембера и фотоэлектромагнитный.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):
а) способностью использовать основные приемы обработки и представления экс-

периментальных данных (ОПК-5); б) профессиональные компетенции (ПК) – способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

Общая трудоемкость дисциплины: **3 зачетных единицы (72 часа).**

Форма промежуточной аттестации:

Подготовка и сдача отчетов лабораторных работ. Ответы на контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (6 семестр).

Б1.В.ДВ.8.2 Специальный физический практикум по физике полупроводниковых приборов

Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины – подготовка профессионально компетентных специалистов в области физики полупроводников, имеющих представление о физических принципах, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов и об области их применения; овладение адекватными способами решения теоретических и экспериментальных задач по измерению, расчету и проектированию различных полупроводниковых приборов.

Задачи дисциплины:

- рассмотреть основные физические принципы и явления, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов;
- сформировать у студентов знания и умения, позволяющие проводить теоретический расчет основных параметров полупроводниковых приборов и их измерение;
- рассмотреть технологические особенности изготовления различных полупроводниковых приборов;
- проанализировать основные методы экспериментального и теоретического исследования процессов, происходящих в полупроводниковых приборах;
- установить области применения различных полупроводниковых приборов;
- способствовать ориентации студентов на мировой уровень развития науки.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к модулю Б3 «Профессиональный цикл, вариативная часть, обязательная дисциплина»

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из восемнадцати лабораторных работ.

8. Исследование некоторых свойств полупроводниковых терморезисторов
9. Изучение спектральных и частотных характеристик фотопроводимости полупроводниковых фотосопротивлений

10. Изучение вольт – амперной характеристики р-п перехода и ее зависимости от температуры
11. Исследование спектров поглощения прямозонных полупроводников A^3B^5 в области края собственного поглощения.
12. Исследование спектра поглощения монокристаллического селенида галлия. Определение энергии экситона в селениде галлия.
13. Моделирование спектра излучательной рекомбинации арсенида галлия по спектру поглощения.
14. Исследование характеристик полупроводниковых СВЧ диодов
15. Изучение свойства электронно-дырочного перехода и туннельного эффекта в сильно легированном р-п переходе.
16. Изучение фотопроводимости в полупроводниках и фотовольтаического эффекта в р-п переходе

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5); б) профессиональные компетенции (ПК) – способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2); готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

Общая трудоемкость дисциплины: **3 зачетных единицы (72 часа).**

Форма промежуточной аттестации:

Подготовка и сдача отчетов лабораторных работ. Ответы на контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (6 семестр).

Б1.В.ДВ.9.1 Методы исследования и контроля полупроводников

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

При изучении курса подводятся итоги изучения дисциплин специальности и специализации в области твердотельной электроники; приоритет отдается методам и их применению к конкретным задачам физики твердого тела, твердотельной электроники, нанотехнологий.

2. Цель изучения дисциплины.

В курсе рассматриваются основные методы исследования свойств полупроводниковых материалов и структур, широко применяемые в лабораторных и производственных условиях. Основное внимание уделено методам измерения фундаментальных свойств полупроводниковых материалов – проводимости, концентрации носителей тока, их подвижности, коэффициенту диффузии, времени жизни и т.п. Курс сопровождается лабораторным практикумом, где

студенты имеют возможность освоить методы исследования на лабораторных стендах и на специальных моделирующих программах.

применяемые в лабораторных и производственных условиях. Основное внимание уделено методам измерения фундаментальных свойств полупроводниковых материалов – проводимости, концентрации носителей тока, их подвижности, коэффициенту диффузии, времени жизни и т.п. Курс сопровождается лабораторным практикумом, где студенты имеют возможность освоить методы исследования на лабораторных стендах и на специальных моделирующих программах.

3. Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Основные параметры полупроводниковых материалов и структур микро- и наноэлектроники. Принципы выбора методов исследования. **Раздел 2.** Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых подложек и тонких (от 10 нанометров) проводящих слоев. **Раздел 3.** Определение концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниковых слоях толщиной от десяти нанометров и более. **Раздел 4.** Физические основы методов измерения характеристик неравно-весных носителей заряда. **Раздел 5.** Исследование свойств структур МДП. **Раздел 6.** Методы измерения толщин полупроводниковых и диэлектрических слоев в полупроводниковых микро- и наноструктурах. **Раздел 7.** Химический анализ в полупроводниковых микро- и наноструктурах. **Раздел 8.** Исследование структуры твердых тел. **Раздел 9.** Методы статической обработки результатов измерений.

4. Основные образовательные технологии.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; практические занятия; индивидуальные занятия; контрольные работы. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной литературы, решение задач и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме консультирование менее подготовленных студентов более подготовленными); информационные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., работа с математическими пакетами).

5. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные (ОПК)

способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);

б) профессиональные (ПК)

способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);

готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление об основных современных методах измерения параметров материалов, понимать физические процессы, лежащие в основе этих методов, уметь

объяснить влияние контролируемых параметров материалов на характеристики приборов и структур на их основе ;

- знать принципы взаимосвязи между измеряемыми параметрами полупроводникового материала и характеристиками обнаруживаемых химических примесей, глубоких уровней и других несовершенств кристаллической решетки

- уметь обосновать выбор высокоточных и производительных средств измерений, а также современных методов неразрушающего контроля материалов.

- иметь навыки измерения основных параметров материалов, а также опыт компьютерной обработки результатов исследований.

6. Общая трудоемкость дисциплины.

3 зачетные единицы (180 часов).

7. Формы контроля.

Форма текущего контроля: собеседование.

Промежуточная аттестация - экзамен (7 семестр).

Б1.В.ДВ.9.2 Физические метода анализа полупроводниковых структур

1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

При изучении курса подводятся итоги изучения дисциплин специальности и специализации в области твердотельной электроники; приоритет отдается методам и их применению к конкретным задачам физики твердого тела, твердотельной электроники, нанотехнологий.

2. Цель изучения дисциплины.

Целью дисциплины является научить студентов экспериментальным методам измерения параметров, которые являются основными для производственного контроля качества материалов и структур и составляют основу многих методов исследования полупроводников и полупроводниковых приборов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- иметь представление об основных современных методах измерения параметров материалов, понимать физические процессы, лежащие в основе этих методов, уметь

объяснить влияние контролируемых параметров материалов на характеристики приборов и структур на их основе ;

- знать принципы взаимосвязи между измеряемыми параметрами полупроводникового

материала и характеристиками обнаруживаемых химических примесей, глубоких уровней и других несовершенств кристаллической решетки

- уметь обосновать выбор высокоточных и производительных средств измерений, а также

современных методов неразрушающего контроля материалов.

- иметь навыки измерения основных параметров материалов, а также опыт компьютерной

обработки результатов исследований.

- уметь проводить расчеты основных параметров установок, оценивать возможности проведения измерений на различных установках;

- владеть навыками практической работы на автоматизированных физических установках.

3. Структура дисциплины.

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Основные параметры полупроводниковых материалов и структур микро- и наноэлектроники. Принципы выбора методов исследования. **Раздел 2.** Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых подложек и тонких (от 10 нанометров) проводящих слоев. **Раздел 3.** Определение концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниковых слоях толщиной от десяти нанометров и более. **Раздел 4.** Физические основы методов измерения характеристик неравновесных носителей заряда. **Раздел 5.** Исследование свойств структур МДП. **Раздел 6.** Методы измерения толщин полупроводниковых и диэлектрических слоев в полупроводниковых микро- и наноструктурах. **Раздел 7.** Химический анализ в полупроводниковых микро- и наноструктурах. **Раздел 8.** Исследование структуры твердых тел. **Раздел 9.** Методы статической обработки результатов измерений.

4. Основные образовательные технологии.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; практические занятия; индивидуальные занятия; контрольные работы. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной литературы, решение задач и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме консультирование менее подготовленных студентов более подготовленными); информационные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., работа с математическими пакетами).

5. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные (ОПК)

способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);

б) профессиональные (ПК)

способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);

готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

6. Общая трудоемкость дисциплины.

5 зачетных единиц 5 (180 часов).

7. Формы контроля.

Форма текущего контроля: собеседование по реферату, опрос, контрольная работа.

Промежуточная аттестация - экзамен (7 семестр).

Б1.В.ДВ.10.1 Интегральная оптика и оптоэлектроника

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих в научно-практическом направлении, сформировавшемся на стыке трех наук - физики твердого тела, оптики и микроэлектроники.

Задачей дисциплины является усвоение основных принципов физических явлений и закономерностей, положенных в основу работы различных приборов и устройств интегральной оптики, ознакомление с их конструкциями, технологией изготовления и областями применения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: физические принципы работы приборов и устройств интегральной оптики оптоэлектроники.

уметь: решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем интегральной оптики и оптоэлектроники.

владеть: навыками подбора материалов с заданными оптическими и электрофизическими свойствами для проектирования устройств интегральной оптики и оптоэлектроники.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к модулю

Б1. «Профессиональный цикл, вариативная часть, дисциплины по выбору».

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Введение. Предмет курса, его определение. Раздел 2. Физические основы работы оптоэлектронных источников излучения. Раздел 3. Полупроводниковые светодиоды и лазеры. Раздел 4. Полупроводниковые приемники излучения. Раздел 5. Элементная база и устройства оптоэлектроники и интегральной оптики. Раздел 6. Системы передачи информации. Раздел 7. Интегрально-оптические волноводы.

Коды формируемых компетенций: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные компетенции (ОПК) - способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3); способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5); способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

б) профессиональные компетенции (ПК) – способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (8 семестр).

Б1.В.ДВ.10.2 ИК спектроскопия наносистем

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих при исследовании физико-химических свойств нанобъектов различной природы (в первую очередь полупроводниковых материалов) методом инфракрасной (ИК) спектроскопии.

Задачей дисциплины является усвоение применения метода ИК–спектроскопии к исследованию электронной и фононной подсистем объема и поверхности твердых тел, тонких пленок и наноструктур, молекулярных систем, а также изучение теоретических подходов и приобретение практических навыков обработки экспериментальных данных для получения спектральных характеристик материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные принципы функционирования современных Фурье-спектрометров и устройств для исследования нанобъектов.

уметь: решать практические задачи, связанные с обработкой ИК-спектров и их интерпретацией.

владеть: навыками работы в современных компьютерных программах для обработки ИК-спектров и работы с базами спектральных данных.

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1. «Профессиональный цикл, вариативная часть, дисциплины по выбору». Данная дисциплина является предшествующей дисциплинам: Сенсоры измерительно-информационных систем. Бионаноэлектроника.

Краткое содержание(дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из пяти разделов Раздел 1. Основы ИК Фурье-спектрометрии. Спектральные характеристики Фурье-спектрометров. Преимущества Фурье-спектрометров. Раздел 2. ИК спектроскопия зеркального отражения. Раздел 3. ИК спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) и многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО). Раздел 4. ИК Фурье-спектромикроскопия. Раздел 5. ИК Фурье-спектроскопия кремния

Коды формируемых компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

- а) общепрофессиональные компетенции (ОПК) - способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5); способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);
- б) профессиональные компетенции (ПК) – готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций. (ПК-3).

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой (8 семестр).

Б1.В.ДВ.11.1 Методы диагностики и анализа микро- и наносистем

Цели и задачи дисциплины:

Цели: Формирование знаний и умений и навыков, необходимых при выборе методик и средств проведения научных исследований в области физики и технологии нано- и микросистем.

Задачи: Владение теоретическими и методическими основами технологий наиболее широко распространенных методов диагностики нано- и микросистем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: физические принципы основных экспериментальных высокоточных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеризации материалов и структур нано и микросистем.

уметь: выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств нано- и микросистем;

владеть: навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина направлена на изучение современных высокоточных методов анализа состава, структуры и свойств микро- и наносистем. Рассматриваемые методы анализа могут быть использованы для технологий диагностики функциональных микро- и наносистем.

Дисциплина состоит из следующих разделов. локальные методы измерения физических параметров структур; зондовая микроскопия, электронная и рентгеновская микроскопия, электронная и рентгеновская спектроскопия, эллипсометрия, электронография, рентгено- и электронно- дифракционные методы, инфракрасная фурье-спектроскопия, обратное рассеяние Резерфорда, ядерно-физические методы.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)

способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5)

б) профессиональные (ПК)

способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2)

Общая трудоемкость дисциплины: 6 зачетных единиц (216 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (8 семестр).

Б1.В.ДВ.11.2 Методы диагностики и анализа поверхности материалов

Цели и задачи дисциплины:

Цели: Формирование знаний и умений и навыков, необходимых при выборе методик и средств проведения научных исследований в области физики и технологии поверхности материалов, включая нано- и микросистемы.

Задачи: Владение теоретическими и методическими основами технологий наиболее широко распространенных методов диагностики поверхности материалов включая нано- и микросистемы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: физические принципы основных экспериментальных высокоточных методов исследования поверхности материалов, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеристики материалов и структур нано и микросистем.

уметь: выбирать оптимальные методы исследования и диагностики поверхности материалов, включая нано- и микросистемы;

владеть: навыками применения современных методов исследования поверхности материалов, структур, и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины: Дисциплина направлена на изучение современных высокоточных методов анализа состава, структуры и свойств поверхности материалов микро- и наносистем. Рассматриваемые методы анализа могут быть использованы для технологий диагностики функциональных микро- и наносистем.

Дисциплина состоит из следующих разделов. локальные методы измерения физических параметров структур; зондовая микроскопия, электронная и рентгеновская микроскопия, электронная и рентгеновская спектроскопия, эллипсометрия, электронография, рентгено- и электронно- дифракционные методы.

Коды формируемых компетенций:

а) общепрофессиональные (ОПК)

способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5)

б) профессиональные (ПК)

способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного

функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2)

Общая трудоемкость дисциплины: 6 зачетных единиц (216 часов).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – экзамен (8 семестр).

ФТД.1 Квантовая информатика

Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основами физики квантовой информации и квантовых вычислений – новой области науки, возникшей на стыке квантовой механики, математической физики и информатики. Задачи курса состоят в изложении принципиальных понятий физики квантовой информации и квантовых вычислений, а также в рассмотрении путей создания квантового компьютера и возникающих при этом проблем.

В результате изучения курса студент должен знать:

- основные понятия физики квантовой информации и квантовых вычислений;
- свойства, отличающие квантовую информацию от классической;
- физические и математические основы квантовых вычислений и принципов работы квантового компьютера;
- требования для физической реализации квантового компьютера и проблемы, которые необходимо решить для его создания.

Уметь выполнять операции с векторами в гильбертовом пространстве.

Владеть основными методами квантовых вычислений.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина)

Дисциплина относится к факультативам.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:

Дисциплина состоит из трех разделов. Раздел 1. Квантовая информация: Информатика. Информация. Свойства информации. Количественные характеристики информации. Бит. Информационный объем сообщения. Информация и энтропия. Информационная энтропия Шэннона. Классические двоичные системы. Физическая реализация бита информации. Квантовая информация. Информационная энтропия фон Неймана. Кубит – единица квантовой информации. Кубит в гильбертовом векторном пространстве состояний. Состояние квантовой системы. Временная эволюция изолированной системы. Системы, составленные из нескольких взаимодействующих кубитов. Запутанные состояния. Измерение состояния кубита. Чистые и смешанные состояния квантовых систем, квантовая когерентность векторов состояния. Физическая реализация кубитов. Процессы декогерентизации состояний кубитов. Раздел 2. Квантовые вычисления и квантовые алгоритмы: Схемная модель классических вычислений, универсальный логический вентиль. Модель квантовой вычислительной схемы. Основные квантовые логические опе-

рации, одно- и двухкубитовые операции. Универсальные квантовые вентили. Формирование запутанного состояния. Квантовая телепортация. Классические вероятностные алгоритмы. Квантовые алгоритмы. Квантовый параллелизм. Квантовая интерференция. Квантовые алгоритмы поиска. Помехоустойчивость квантовых вычислительных процессов. Раздел 3. Принципы построения и работы квантового компьютера: Схема квантового компьютера. Требования для физической реализации и проблемы, которые необходимо решить для создания квантового компьютера. Квантовые компьютеры на квантовых точках. Квантовые компьютеры на основе ядерного магнитного резонанса. Квантовый компьютер на основе электронного спинового резонанса. Квантовые компьютеры на сверхпроводниках. Квантовые компьютеры на ионах в ловушках. Методы преодоления эффектов декогерентизации в квантовых компьютерах.

Коды формируемых компетенций:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общекультурные (ОК)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

б) общепрофессиональные (ОПК)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

- способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9).

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа).

Форма промежуточной аттестации: Форма текущего контроля: собеседование. Промежуточная аттестация - зачет (8 семестр).

Аннотации программ производственных практик

Аннотация программы учебной вычислительной практики

1. Цели учебной вычислительной практики

Целями учебной вычислительной практики являются

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении учебных дисциплин в течение учебного года;
- ознакомление студентов с основными методами математического моделирования, применяемыми для решения физических задач.

2. Задачи учебной вычислительной практики

Задачей учебной вычислительной практики является получение практических навыков программирования основных математических алгоритмов, применяемых при моделировании физических явлений.

3. Время проведения учебной практики после 1 курса в июне-июле месяце.

4. Формы проведения практики

лабораторная.

5. Содержание учебной вычислительной практики

Общая трудоемкость учебной вычислительной практики составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы на практике	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу студентов (в часах)
1.	Подготовительный этап	Инструктажи по технике безопасности.	8
2.	Планирование деятельности. Составление тематического и календарного плана работы	Лекции по вычислительным алгоритмам и методам математического моделирования. Получение индивидуальных заданий на практику.	20

3.	Выполнение индивидуальных заданий	Решение вычислительных задач: -расчет скорости преодоления самолетом звукового барьера; -расчет длины волны, соответствующей максимуму спектральной плотности абсолютно черного тела; -расчет зависимости объема реального газа от его давления; -расчет температуры, при которой общее сопротивление последовательно соединенных металлического и полупроводникового резистора минимально; -расчет температуры, при которой общее сопротивление параллельно соединенных металлического и полупроводникового резистора максимально; -расчет зависимости глубины погружения деревянного шара, плавающего в воде, от его радиуса; -расчет зависимости максимальной скорости, которую может развивать лодка, от средней силы тяги; -численное решение уравнения теплопроводности методом Эйлера; -численное моделирование гармонического осциллятора с помощью алгоритма Эйлера-Кромера; -численное решение уравнения Пуассона с заданным распределением заряда.	50
4.	Анализ полученных результатов, подготовка отчета	Подготовка отчета по учебной практике	20
5.	Заключительный этап	Защита отчета по практике.	10

6. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)
зачет с оценкой.

7. Коды формируемых (сформированных) компетенций

общекультурные (ОК): способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

общепрофессиональные (ОПК): способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, пред-

ставлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6); способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);

профессиональные (ПК): готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Аннотация программы научно-исследовательской работы

1. Цели научно-исследовательской работы

Целями научно-исследовательской работы являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы совершенствуются профессиональные умения самостоятельного проведения научных исследований и проектно-конструкторских разработок по теме выпускной бакалаврской работы, решения конкретных исследовательских и научно-практических задач, а также приобретения опыта работы в трудовом коллективе.

В результате выполнения научно-исследовательской работы студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для научной деятельности и выполнения выпускной квалификационной работы:

знать:

- методологию написания научно-исследовательских работ в области электроники;

уметь:

- осуществлять подбор и анализ научных фактов в соответствии с целью и задачами выпускной квалификационной работы;
- пользоваться эмпирическими знаниями в области выполняемого исследования;
- критически оценивать результаты научно-исследовательской деятельности;
- анализировать и интерпретировать полученные результаты, формулировать гипотезы для их объяснения;
- ориентироваться в специальной научной литературе;
- осуществлять поиск необходимой научной информации и эффективно работать с ней, свободно ориентироваться в изучаемой проблеме;

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- новыми технологиями в научно-исследовательской деятельности;
- методами оформления литературного обзора, качественных и количественных результатов исследований,
- навыками презентации материалов для публикации, средствами профессионального изложения специальной информации, научной аргументации и презентации результатов исследований;
- компетенциями, связанными с формированием профессионального мировоззрения и определенного уровня культуры.

2. Задачи научно-исследовательской работы

Индивидуальные задания на научно-исследовательскую работу должны быть направлены на подготовку бакалавра, способного решать следующие профессиональные задачи в соответствии с направленностью образовательной программы бакалавриатуры и видами профессиональной деятельности:

научно-исследовательская деятельность:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

- математическое моделирование атомной и электронной структуры материалов нанoeлектроники;
- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах.

3. Время выполнения научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа проводится на выпускающей кафедре физики твердого тела и наноструктур ВГУ или на предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или исследованиями интегральных схем и электронных компонентов. В последнем случае оформляется Договор между ВГУ и предприятием, где студент выполняет научно-исследовательскую работу.

Сроки проведения научно-исследовательской работы: НИР проводится после 2 курса. Продолжительность практики 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

4. **Форма проведения научно-исследовательской работы** - лабораторная, заводская.

5. Содержание научно-исследовательской работы

№ п/п	Разделы (этапы) НИР	Виды работ НИР, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля	
1	<i>Подготовительный этап</i>	Изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы	18	Рабочие записи для оформления отчета
2	<i>Обработка и анализ полученной информации</i>	Анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественной и зарубежной электроники и нанoeлектроники; систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований	18	Рабочие записи для оформления отчета
3	<i>Экспериментально-исследовательский этап</i>	Теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач	54	Рабочие записи для оформления отчета
4	<i>Заключительный этап</i>	Подготовка и написание отчета о выполнении НИР.	18	Отчет по НИР. Защита НИР

6. **Формы промежуточной аттестации (по итогам научно-исследовательской работы)** – защита отчета с оценкой.

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проводится по итогам научно-исследовательской работы на выпускающей кафедре физики твердого тела и наноструктур при участии заведующего кафедрой в 4 семестре 2 курса, на основании:

- подготовленного студентом литературного обзора по тематике предполагаемой выпускной квалификационной работы (объем – 10-15 страниц, список литературы – 15-20 наименований), оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета;

- подготовленного студентом части экспериментального практического или теоретического расчетного исследования по тематике выпускной квалификационной работы (объем – 10-20 страниц), оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета.

7. Коды формируемых компетенций

В результате выполнения данной научно-исследовательской работы обучающийся должен приобрести следующие знания, умения, практические навыки, общекультурные и профессиональные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7) – в части **знания** сути профессиональной деятельности, основных направлений развития и проблем в области электроники и наноэлектроники; **владения** навыками самостоятельного выбора методов и методик прикладных исследований и их реализации; **умения** ориентироваться в научно-технической литературе по направлению научных исследований;

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2) - в части **знания** основных законов физики, химии и математических методов, **владения** физико-математическим аппаратом для решения профессиональных задач; **умения** применять законы физики, химии и математические методы для выявления сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3)

- в части **знания** методов анализа и систематизации результатов научных исследований; **владения** компьютерными технологиями для подготовки отчетов, научных работ и презентаций; **умения** применять физико-математический аппарат для анализа и систематизации результатов научных исследований, оформлять отчеты, научные работы и презентации с применением компьютерных технологий;

- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (ПК-4) – в части **знания** основ технико-экономического обоснования проектов; **владения** - методами технико-экономического обоснования проектов при проектировании изделий электроники и наноэлектроники; **умения** оценивать экономическую эффективность выбранных технических решений проекта по сравнению с альтернативными;

- способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6) – части **знания** правил оформления нормативной проектной и технической документации; **владения** техническими средствами выполнения конструкторских и технологических документов; **умения** определить: содержание проблемы и обоснование необходимости ее решения в рамках проекта; основные цели и задачи, сроки и этапы реа-

лизации проекта; систему мероприятий программы проекта; ресурсное обеспечение проекта; оценку эффективности, социально-экономических и экологических последствий от реализации проекта.

Научно-исследовательский семинар

Научно-исследовательский семинар является неотъемлемой частью подготовки магистров, активной формой научно-исследовательской работы, обеспечивающей возможности гибкого, интерактивного взаимодействия бакалавров, руководителей научно-исследовательской работы и ведущих ученых.

Целью научно-исследовательского семинара является формирование у магистров навыков научных коммуникаций, публичного обсуждения результатов своей научно-исследовательской работы на ее различных этапах.

Задачами научно-исследовательского семинара являются:

1. Ознакомление бакалавров с актуальными научными проблемами в рамках выбранной ими программы и направления обучения.
2. Формирование у бакалавров навыков научно-исследовательской работы, ее планирования, проведения, формирования научных выводов.
3. Представление и публичное обсуждение промежуточных результатов научных исследований бакалавров.
4. Итоговая апробация результатов научных исследований бакалавров, представляемая в форме научных докладов.

Участие в научно-исследовательском семинаре позволяет бакалаврам приобрести следующие компетенции: ОК-7; ПК-3:

общекультурные компетенции (ОК):

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

научно-исследовательская деятельность:

- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Тематика вопросов, рассматриваемых на научно-исследовательском семинаре, разрабатывается в рамках конкретных бакалаврских программ и определяется актуальными направлениями научных исследований, а также направлениями научных исследований, выбранными бакалаврами для своей научно-исследовательской работы.

Научно-исследовательский семинар проводится в рамках программы обучения, выбранной бакалаврами. Формами проведения научно-исследовательского семинара являются: лекции ведущих ученых и практических работников; деловые игры; круглые столы; диспуты; обсуждения результатов научных исследований бакалавров; научная конференция бакалавров; другие формы, предложенные в рамках направления подготовки бакалавров.

Содержание конкретных форм научно-исследовательского семинара определяется и утверждается выпускающей кафедрой.

Аннотация производственной технологической практики

1. Цели производственной технологической практики

Целями производственной технологической практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

2. Задачи производственной технологической практики

Задачами производственной технологической практики являются изучение:

научно-исследовательская деятельность:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка данных и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

проектно-конструкторская деятельность:

- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
- расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

производственно-технологическая деятельность:

- выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;
- подготовка документации и участие в работе системы менеджмента качества на предприятии;
- организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники;
- контроль соблюдения экологической безопасности;

3. Форма проведения производственной технологической практики - заводская.

4. Место и время проведения производственной технологической практики

Базой практики является ведущая организация по разработке, освоению и производству кристаллов для силовой электроники и изготовлению современных изделий

электронной техники АО «ВЗПП-МИКРОН» (г. Воронеж), что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Для проведения производственной технологической практики заключается Договор между ВГУ и АО «ВЗПП-МИКРОН»

Сроки проведения практики: практика проводится после 2 курса; продолжительность практики 3 недели (162 часа/4,5 зет).

5. Структура и содержание производственной технологической практики

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на технологической практике	Грудневность (в часах), включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационные мероприятия	Подготовка и получение пропусков, инструктажи по технике безопасности и др., получение спецодежды	9	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2	Знакомство с предприятием	Обзорная лекция по тематике предприятия с рассмотрением технологии производства его основных типов изделий. Экскурсии по цехам и отделам	9	Рабочие записи для оформления отчета
3	Экспериментально-исследовательский этап	Ознакомление с технологическими процессами, изучение основного оборудования на предприятии. Ознакомление с основными методиками роста структур. Проведение основных опытных исследований на технологическом оборудовании.	135	Рабочие записи для оформления отчета
3	Заключительный этап	Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике.	9	Отчет по практике. Защита отчета по практике

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной технологической практики

В результате прохождения данной производственной технологической практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

– способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6) – в части **знания** теории и практики коммуникации;

умения развить коммуникативные способности, сформировать психологическую готовность эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения, соблюдать законы эффективного общения; **владения** практикой коммуникации, культурой делового общения;

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7) - в части **знания** сути профессиональной деятельности, основных направлений развития и проблем в области электроники и нанoeлектроники; **владения** навыками самостоятельного выбора методов и методик прикладных исследований и их реализации; **умения** ориентироваться в научно-технической литературе по направлению научных исследований;

– способность использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8) в части **знания** нормативной базы (стандартов, технических условий) производства изделий электронной техники; **владения** основными приемами метрологического обеспечения полупроводникового производства; **умения** применять технические измерения для обеспечения качества интегральных схем в соответствии с нормативными требованиями.

Выпускник, прошедший подготовку по профилю Нанотехнология в электронике направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, должен обладать следующими дополнительными профессиональными компетенциями, устанавливаемые вузом:

готовность обеспечивать технологичность изделий электронной техники (ПК-19) - в части **знания** основных технологических процессов изготовления и контроля изделий электроники и нанoeлектроники; **владения** навыками выбора и обоснования технологических приемов в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем для реализации заданного технологического маршрута; **умения** ориентироваться в технологическом оборудовании, применяемом в производстве изделий электронной техники.

Аннотация производственной проектно-конструкторской практики

1. Цели производственной проектно-конструкторской практики

Целями производственной проектно-конструкторской практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

2. Задачи производственной проектно-конструкторской практики

Задачами производственной проектно-конструкторской практики в соответствии с профильной направленностью образовательной программы и видами профессиональной деятельности являются:

научно-исследовательская деятельность:

разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов;

использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем;

разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;

подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;

фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.

проектно-конструкторская деятельность:

анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;

проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;

разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

3. Место и время проведения производственной проектно-конструкторской практики

Базой практики является лабораторный фонд кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета по проектно-конструкторскому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники ОАО «Конструкторско-технологический центр «Электроника» (ОАО КТЦ Электроника) (г. Воронеж), что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 01.03.04 Электроника и микроэлектроника.

Курс и сроки прохождения производственной проектно-конструкторской практики: практика проводится после 3 курса; продолжительность практики 3 недели (162 часа/4,5 зачетных единицы).

4. Форма проведения производственной проектно-конструкторской практики - лабораторная

5. Структура и содержание производственной проектно-конструкторской практики

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Формы текущего контроля
1	Организационные мероприятия	Инструктажи по технике безопасности	9	Опрос с отметкой в журнале по ТБ
2	Проектно-конструкторское проектирование компонентной базы микро- и нанoeлектроники в среде САПР	Лекции по основам проектно-конструкторского проектирования компонентной базы микро- и нанoeлектроники в среде САПР Quartus и Cadence	12	опрос
		Освоение основных модулей проектно-конструкторского проектирования в среде САПР Quartus	12	проверка навыков работы

		Освоение основных модулей проектно-конструкторского проектирования в среде САПР Cadence	12	командные файлы
		Разработка проектов в среде САПР Quartus и Cadence	12	проекты
		Исследование зависимостей электрофизических параметров и характеристик от топологических размеров компонентной базы микро- и наноэлектроники	21	результаты исследований
3	Проектирование интегральных схем в САПР	Лекции по основам схемотехнического и топологического проектирования аналоговых и цифро-аналоговых интегральных схем в САПР.	12	опрос
		Схемотехническое моделирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем. Оптимизация параметров цифровой и аналоговой ячейки.	21	результаты моделирования
		Топологическое проектирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем. Верификация DRC и LVS. Экстракция паразитных параметров.	24	Результаты верификации
		Схемотехническое моделирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем с учетом паразитных параметров. Оформление результатов схемотехнического моделирования.	18	Результаты моделирования
4	Заключительный этап	Обработка и анализ результатов, подготовка отчета по практике. Защита отчета по практике	9	отчет

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной проектно-конструкторской практики

В результате прохождения данной производственной проектно-конструкторской практики обучающийся должен приобрести следующие знания, умения, практические навыки, общекультурные и профессиональные компетенции:

– способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6) – в части **знания** теории и практики коммуникации; **умения** развить коммуникативные способности, сформировать психологическую готовность эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения, соблюдать законы эффективного общения; **владения** теорией и практикой коммуникации, культурой делового общения;

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7) - в части **знания** сути профессиональной деятельности, основных направлений развития и проблем в области электроники и наноэлектроники; **владения** навыками самостоятельного выбора методов и методик прикладных исследований и их реализации; **умения** ориентироваться в научно-технической литературе по направлению научных исследований;

- способность использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8) - в части **знания** нормативной базы (стандартов, технических условий) производства изделий электронной техники; **владения** основными приемами метрологического обеспечения полупроводникового производства; **умения** применять технические из-

мерения для обеспечения качества интегральных схем в соответствии с нормативными требованиями;

- готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5) – в части **знания** этапов проектирования интегральных схем, основные приемы схемотехнического и топологического проектирования ИС в САПР; **владения** навыками схемотехнического и топологического проектирования интегральных схем с использованием САПР; **умения** выбирать схемотехническое и топологическое решения, обеспечивающие выполнение требований технического задания;

- способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6) – части **знания** правила оформления нормативной проектной и технической документации; **владения** техническими средствами выполнения конструкторских и технологических документов; **умения** определить: содержание проблемы и обоснование необходимости ее решения в рамках проекта; основные цели и задачи, сроки и этапы реализации проекта; систему мероприятий программы проекта; ресурсное обеспечение проекта; оценку эффективности, социально-экономических и экологических последствий от реализации проекта;

- готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-7) – в части **знания** стандартов, технических условий и других нормативных документов на проектируемые изделия электронной техники; **владения** методами контроля параметров и характеристик проектируемых изделий электронной техники; **умения** осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Аннотация производственной преддипломной практики

1. Цели производственной преддипломной практики

Основными целями производственной преддипломной практики являются: закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков в научно-исследовательской работе и профессиональной проектно-конструкторской деятельности, сбор студентами необходимого для выполнения выпускной бакалаврской работы материала, совершенствование профессиональных умений его обработки и анализа, а также:

- формирование профессиональных умений и навыков самостоятельного получения нового научного знания и его применения для решения прикладных задач;

- совершенствование профессиональных умений, навыков и компетенций научно-исследовательской деятельности, расширение профессионального опыта в выполнении проектно-конструкторских работ;

- установление и укрепление связи теоретических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин основной образовательной программы, с решением исследовательских и прикладных проектно-конструкторских задач;

- воспитание ответственности за достоверность полученных данных, обоснованность теоретических выводов и практических рекомендаций, сформулированных на их основе;

- развитие у студентов профессионального мышления и самосознания, совершенствование системы ценностей, смысловой и мотивационной сфер личности будущих специалистов, а также их активности, направленной на гуманизацию общества;

- выработка у практикантов творческого, исследовательского подхода к профессиональной деятельности, формирование у них профессиональной позиции исследователя и соответствующих мировоззрения и стиля поведения, освоение профессиональной этики при проведении научно-практических исследований;

- приобретение и расширение студентами опыта рефлексивного отношения к своей научно-исследовательской деятельности, актуализация у них готовности и потребности в непрерывном самообразовании и профессиональном самосовершенствовании.

В ходе производственной преддипломной практики студенты совершенствуют профессиональные умения самостоятельного проведения научных исследований и проектно-конструкторских разработок по теме выпускной бакалаврской работы, решения конкретных научно-практических задач, а также приобретения опыта работы в трудовом коллективе.

2. Задачи производственной преддипломной практики

Бакалавр по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника профиля Нанотехнология в электронике на производственной преддипломной практике должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

научно-исследовательская деятельность:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование атомной и электронной структуры материалов нанoeлектроники;
- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия;

проектно-конструкторская деятельность:

- проведение технико-экономического обоснования проектов;
- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
- расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

3. Место и время проведения производственной преддипломной практики

Преддипломная практика проводится на профильных предприятиях, фирмах и организациях, либо в структурных подразделениях Воронежского государственного

университета, научная и практическая деятельность которых связана с использованием проектных и информационных методов и технологий в области электроники и нанoeлектроники.

Базами производственной преддипломной практики являются:

- лабораторный фонд кафедры физики твердого тела и наноструктур физического факультета университета по проектированию современных изделий электронной техники;

- проектно-конструкторского и топологического проектирования современных изделий электронной техники ОАО «Конструкторско-технологический центр «Электроника» (ОАО КТЦ Электроника) (г. Воронеж), что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 01.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Производственная преддипломная практика проводится на 4 курсе в восьмом семестре после завершения полного курса теоретического обучения и прохождения учебной практики и всех предшествующих видов производственных практик. Общая продолжительность данного вида практики 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

4. Форма проведения производственной преддипломной практики - лабораторная, заводская

5. Структура и содержание производственной (преддипломной) практики

В течение первой недели студенты знакомятся с программой, целями и задачами преддипломной практики; посещают базы преддипломной практики; реализуют программу эмпирического (экспериментального) исследования; знакомятся с правилами оформления текста выпускной бакалаврской работы, критериями выставления дифференцированного зачета (с оценкой), порядком подведения итогов практики, проводят математико-статистическую обработку эмпирических данных с применением современных математических методов и использованием адекватных поставленным целям статистических критериев; посещают консультации руководителя в университете.

В течение второй недели студенты проводят анализ эмпирических данных; наглядно оформляют полученные результаты (в виде графиков, таблиц, диаграмм и т.п.), формулируют предварительные выводы, оформляют методические руководства к каждой из использованных в эмпирическом исследовании методик на бумажном и электронном носителях; готовят материалы к отчету по итогам исследований. В конце второй недели студенты оформляют отчетную документацию и участвуют в заключительной конференции по преддипломной практике.

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной преддипломной практики

В результате прохождения данной производственной преддипломной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2) – в части **знаний** физико-химических явлений и процессов, происходящих в изучаемых объектах электроники и нанoeлектроники; **умения** формулировать задачи в области научно-исследовательской деятельности и использовать физико-математический аппарат для решения поставленных практических задач; **вла-**

деть навыками выбора и использования теоретических методов и экспериментальных методик в соответствии с целями исследования, применения теоретических знаний для выявления естественнонаучной сущности процессов и явлений, происходящих в изучаемых объектах электроники и наноэлектроники, правильной интерпретации полученных в результате исследований результатов;

- готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4) – в части **знания** основ технико-экономического обоснования проектов; **владения**

- методами технико-экономического обоснования проектов при проектировании изделий электроники и наноэлектроники; **умения** оценивать экономическую эффективность выбранных технических решений проекта по сравнению с альтернативными;

- способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5) – части **знания** методов математической статистики;

- умения** применять методы математической статистики для обработки и представления экспериментальных данных; **владения** компьютерными технологиями для обработки и представления экспериментальных данных;

- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3) - в части **знания** методов анализа и систематизации результатов научных исследований; **владения**

- компьютерными технологиями для подготовки отчетов, научных работ и презентаций; **умения** применять физико-математический аппарат для анализа и систематизации результатов научных исследований, оформлять отчеты, научные работы и презентации с применением компьютерных технологий;

- способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6) – части **знания** правила оформления нормативной проектной и технической документации; **владения** техническими средствами выполнения конструкторских и технологических документов; **умения** определить: содержание проблемы и обоснование необходимости ее решения в рамках проекта; основные цели и задачи, сроки и этапы реализации проекта; систему мероприятий программы проекта; ресурсное обеспечение проекта; оценку эффективности, социально-экономических и экологических последствий от реализации проекта; организацию управления проектом и контроля за ходом его реализации;

- готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-7) – в части **знания** стандартов, технических условий и других нормативных документов на проектируемые изделия электронной техники; **владения** методами контроля параметров и характеристик проектируемых изделий электронной техники; **умения** осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Библиотечно-информационное обеспечение

6.1. Наличие учебной и учебно-методической литературы

№ п/п	Уровень, ступень образования, вид образовательной программы (основная/дополнительная), направление подготовки, специальность, профессия	Объем фонда учебной и учебно-методической литературы		Количество экземпляров литературы на одного обучающегося	Доля изданий, изданных за последние 10 лет, от общего количества экземпляров (для цикла ГСЭ – за 5 лет)
		Количество наименований	Количество экземпляров		
1	2	3	4	5	6
	<i>Высшее образование, бакалавриат, основная, направление 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль – Нанотехнология в электронике</i>				
	В том числе по циклам дисциплин:				
	Гуманитарный, социальный и экономический	53	2205	44	92%
	Математический и естественнонаучный	78	3235	161	79%
	Профессиональный	42	738	47	88%
	В том числе по циклам дисциплин:				
	Базовая часть	38	605	39	85%
	Вариативная часть	31	428	28	88%

6.2. Обеспечение образовательного процесса официальными, периодическими, справочно-библиографическими изданиями, научной литературой и электронно-библиотечной системой

№ п/п	Типы изданий	Количество наименований	Количество одностомных экземпляров, годовых и (или) многотомных комплектов
1	2	3	4
1.	Официальные издания (сборники законодательных актов, нормативных правовых актов и кодексов Российской Федерации (отдельно изданные, продолжающиеся и периодические))	11	34
2.	Общественно-политические и научно-популярные периодические издания (журналы и газеты)		
3.	Научные периодические издания (по профилю (направленности) образовательных программ)	85	93
4.	Справочно-библиографические издания:		
4.1.	- энциклопедии (энциклопедические словари)	17	25
4.2.	- отраслевые словари и справочники (по профилю (направленности) образовательных программ)	54	67
4.3.	- текущие и ретроспективные отраслевые библиографические пособия (по профилю (направленности) образовательных программ)	3	3
5.	Научная литература	3279	5764
6.	Наименование электронно-библиотечной системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет	ЭБС «Издательства «Лань» Национальный цифровой ресурс «РУ-КОНТ» ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» ЭБС «Консультант студента»	

Всем обучающимся обеспечен доступ к электронно-библиотечной системе и электронному каталогу

Приложение 7

Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Дисциплины	Перечень оборудования	Место расположения
История	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Философия	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Экономика	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 437
Правоведение	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Иностранный язык	Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 231
Социология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Русский язык и культура речи	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
Математический анализ	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Аналитическая геометрия	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Линейная алгебра	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Векторный и тензорный анализ	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Теория функций комплексного переменного	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Дифференциальные уравнения	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор	г. Воронеж, Университетская пло-

	Samsung SP-M200S.	щадь, д.1, ауд. № 430
Интегральные уравнения и вариационное исчисление	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Теория вероятностей и математическая статистика	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
Методы математической физики	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
Численные методы	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Информационные технологии	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146
Экология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 436
Физика	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Квантовая механика и статистическая физика	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 321
Безопасность жизнедеятельности	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
Физическая культура	Спортивный зал: гимнастические стенки (4 шт), брусья (2 шт.), маты гимнастические (10 шт.), гантели (8 шт.), баскетбольные щиты (2 шт), волейбольная сетка, сетки для игры в бадминтон, баскетбольные и волейбольные мячи (20 шт), бадминтонные ракетки, воланы и мячи, обручи (25 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, пом.1, в лит. А, А1, а1, а2, а3, а4, ауд. № 300
Физика полупроводников	Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138
Кристаллография и кристаллофизика	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 321

Физика конденсированного состояния	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 321
Материалы электронной техники	Учебная лаборатория технологии полупроводниковых материалов и приборов: пост вакуумный универсальный ВУП-4, установка вакуумного многослойного напыления УВН-2М-1	г. Воронеж, пр. Революции, 24, корпус 3, ауд.108
Основы технологии электронной компонентной базы	Учебная лаборатория технологии полупроводниковых материалов и приборов: пост вакуумный универсальный ВУП-4, установка вакуумного многослойного напыления УВН-2М-1	г. Воронеж, пр. Революции, 24, корпус 3, ауд.108
Метрология, стандартизация и технические измерения	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Физические основы электроники	Измерительные устройства: для измерения эффекта ХОЛА, терма ЭДС, магнитосопротивление спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт фарадных характеристик НДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Твердотельная электроника	Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138
Нанoeлектроника	Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138
Основы проектирования электронной компонентной базы	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Теория групп и тензорный анализ	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор	г. Воронеж, Университетская пло-

	Samsung SP-M200S.	щадь, д.1, ауд. № 21
Теоретические основы электрорадио-техники	Лаборатория НИИ физики: цифровые осциллографы (2 шт.), функциональные генераторы (2 шт.), источники питания (2 шт.); персональные компьютеры (2 шт.)	г. Воронеж, пр. Революции, д.24, ауд. № 129
Программные средства обработки графической информации	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Физика твердотельных структур	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Строение вещества	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Проектирование интегральных схем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Элективные курсы по физической культуре	Спортивный зал: гимнастические стенки (4 шт), брусья (2 шт.), маты гимнастические (10 шт.), гантели (8 шт.), баскетбольные щиты (2 шт), волейбольная сетка, сетки для игры в бадминтон, баскетбольные и волейбольные мячи (20 шт), бадминтонные ракетки, воланы и мячи, обручи (25 шт.).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, пом.1, в лит. А, А1, а1, а2, а3, а4, ауд. № 300
Технология материалов микро- и наноэлектроники	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Физика и технология тонких пленок	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25

Информатика и программирование	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Программные средства компьютерной математики и физики	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Принципы нанотехнологии	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Введение в нанотехнологию	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Квантовая физика низкоразмерных систем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Электронные свойства низкоразмерных систем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Физические основы микро- и нанотехнологий	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Технологические основы микро- и нанoeлектроники	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Компьютерное моделирование наносистем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Квантовомеханические методы в физике наносистем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Микросхемотехника	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и матема-	г. Воронеж, Университетская пло-

	тического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	щадь, д.1, ауд. № 19
Основы цифровой электроники	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Специальный физический практикум по физике полупроводников	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Специальный физический практикум по физике полупроводниковых приборов	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Методы исследования и контроля полупроводников	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Физические методы анализа полупроводниковых структур	Измерительные устройства: для измерения эффекта Холла, термоЭДС, магнетосопротивления, спектрофотометры СФ-18, СФ-56, измеритель диффузионной длины типа проводимости для измерения вольт-амперной характеристики диодов и транзисторов, вольт-фарадных характеристик МДП и других структур.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 126
Интегральная оптика и оптоэлектроника	Лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 24
ИК спектроскопия наносистем	Лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 24
Методы диагностики и анализа микро- и наносистем	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023,	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25

	рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	
Методы диагностики и анализа поверхности материалов	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Квантовая информатика	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19

Кадровое обеспечение

Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 52 преподавателей
Всего

Имеют ученую степень, ученое звание	<u>47</u>	, из них
докторов наук, профессоров	<u>14</u>	;
ведущих специалистов	<u>4</u>	.

90% преподавателей имеют ученую степень, ученое звание; 7% преподавателей привлечены из числа ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью.