

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



«Утверждаю»

Первый проректор –  
проректор по учебной работе  
Е.Е. Чупандина

« 3 » июля 2014 года

**Основная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки  
**210100.62 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль подготовки  
Нанотехнология в электронике

Квалификация - бакалавр

Форма обучения - очная

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
1.1. Основная образовательная программа бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВПО «ВГУ» по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника, профиль Нанотехнология в электронике.....	3
1.2. Нормативные документы для разработки ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.....	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.....	5
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.....	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 210100.62 Электроника и наноэлектроника.....	10
4.1. Календарный учебный график.....	11
4.2. Учебный план.....	11
4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин.....	11
4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик.....	11
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.....	11
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников.....	14
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.....	15
7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация.....	16
7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ООП бакалавриата.....	16
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся.....	17
Приложение 1. Годовой календарный учебный график.....	19
Приложение 2. Учебный план.....	22
Приложение 3. Аннотации учебных курсов, дисциплин.....	26
Приложение 4. Аннотации программ учебной и производственных практик.....	113
Приложение 5.....	123
5.1. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств (часть 1).....	123
5.2. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств (часть 2).....	128
Приложение 6. Кадровое обеспечение.....	134
Приложение 7. Библиотечно-информационное обеспечение.....	135
Приложение 8. Материально-техническое обеспечение.....	138

## 1 Общие положения

### 1.1. Основная образовательная программа бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВПО «ВГУ» по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника, профиль Нанотехнология в электронике

Квалификация, присваиваемая выпускникам – бакалавр

Основная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 210100.62 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 210100.62 Электроника и наноэлектроника

Нормативную правовую базу разработки ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 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 210100.62 Электроника и наноэлектроника высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.12.2009, №743;
- Примерная основная образовательная программа (ООП ВО) бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника, утвержденная ректором СПбГЭТУ проф. В.М. Кутузовым 09.07.2010;
- 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 210100.62 Электроника и наноэлектроника по профилю Нанотехнология в электронике;

– стандарт университета: СТ ВГУ 1.3.02 — 2009 Система менеджмента качества. Стандарты университета. Итоговая государственная аттестация. Общие требования к содержанию и порядку 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 210100.62 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 210100.62 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 210100.62 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 210100.62 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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника**

#### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО подготовки по данному направлению 210100.62 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 210100.62 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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника выпускник подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной.

Базовыми видами деятельности бакалавра являются проектно-конструкторская, производственно-технологическая, научно-исследовательская и научно-педагогическая. По остальным видам деятельности у студентов формируются представления о задачах, решаемых в рамках этих видов деятельности.

#### **2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Бакалавр по направлению подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и бакалаврской программой:

*проектно-конструкторская деятельность:*

- проведение предварительного 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;

*производственно-технологическая деятельность:*

- внедрение результатов исследований и разработок в производство;
- 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;

*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 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;

*организационно-управленческая деятельность:*

- организация работы малых групп исполнителей;
- участие в разработке организационно-технической документации (графиков работы, инструкций, планов, смет) и установленной отчетности по утвержденным формам;
- выполнение работ по сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования, материалов;
- профилактика производственного травматизма профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений;

*монтажно-наладочная деятельность:*

- участие в монтаже, наладке, настройке, регулировке и опытной поверке измерительного, диагностического, технологического оборудования и программных средств, используемых для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники;
- участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники;

*сервисно-эксплуатационная деятельность:*

- эксплуатация и сервисное обслуживание аппаратно-программных средств и технологического оборудования производства материалов и изделий электронной техники;
- проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

**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 владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);
- способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- способностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-4);
- способностью использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-5);
- способностью стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);
- способностью критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-7);
- способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы (ОК-9);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

- способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-13);

- способностью владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного (ОК-14);

- способностью владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15);

- способностью владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готовностью к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-16);

- способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия (ОК-17);

- способностью понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; роль насилия и ненасилия в истории, место человека в историческом процессе, политической организации общества (ОК-18);

- способностью понимать и анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы (ОК-19);

*общефессиональными компетенциями:*

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

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

- готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

- способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

- способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5);

- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

- способностью владеть элементами начертательной геометрии и инженерной графики, применять современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ПК-7);

*компетенциями по видам деятельности:*

*проектно-конструкторская деятельность:*



- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (ПК-8);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);
- готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11);
- готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12);

*производственно-технологическая деятельность:*

- готовностью внедрять результаты разработок в производство (ПК-13);
- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-14);
- способностью готовить документацию и участвовать в работе системы менеджмента качества на предприятии (ПК-15);
- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-16);
- способностью осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности (ПК-17);

*научно-исследовательская деятельность:*

- способностью собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);
- способностью 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-19);
- способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-20);
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-21);
- способностью внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (ПК-22);

*организационно-управленческая деятельность:*

- способностью организовывать работу малых групп исполнителей (ПК-23);
- готовностью участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-24);

- способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-25);
- способностью владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений (ПК-26);

*организационно-управленческая деятельность:*

- способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники (ПК-27);
- готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-28);

*сервисно-эксплуатационная деятельность:*

- способностью к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования (ПК-29);
- готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт (ПК-30);
- способностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры (ПК-31);
- способностью разрабатывать инструкции по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала (ПК-32).

Выпускник, прошедший подготовку по профилю Нанотехнология в электронике направления подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника, должен обладать следующими дополнительными профессиональными компетенциями, устанавливаемыми вузом (ПСК):

- способностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-1);
- способностью идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики и технологии изготовления электронных приборов и устройств интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-2);
- способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-3).

#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника**

В соответствии с п.39 Типового положения о вузе и ФГОС ВО по направлению подготовки 210100.62 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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника (профиль Нанотехнология в электронике) по годам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговую аттестации, каникулы) (приложение 1) отражается в базовом и рабочем учебных планах.

#### **4.2. Учебный план**

Учебный план прилагается (приложение 2).

#### **4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин**

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин прилагаются (приложение 3).

#### **4.4. Аннотации программ учебной и производственных практик**

При реализации данной ООП ВО предусматривается учебная практика во втором семестре продолжительностью 2 недели (108 часов, 2 зачетные единицы).

Аннотация программы учебной практики прилагается (приложение 4).

При реализации данной ООП ВО предусматриваются производственные практики (приложение 4):

- производственная технологическая практика: 4 семестр, продолжительность – 2 недели (108 часов, 2 зачетные единицы);

- производственная проектно-конструкторская практика: 6 семестр, продолжительностью 4 недели (216 часов, 6 зачетные единицы).

### **5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника**

Ресурсное обеспечение данной ООП ВО формируется на основе требований к условиям реализации ООП ВО, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника 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.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся, содержанием конкретных дисциплин и в целом в учебном процессе составляет более 20% от общего объема аудитор-

ных занятий. Лекционные занятия составляют не более 50% общего объема аудиторных занятий.

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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника 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 5).

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 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.

Время для доступа в Интернет с рабочих мест вуза для внеаудиторной работы составляет для каждого студента не менее 2-х часов в неделю.

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 8).

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 НЮКИ-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-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиан 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 нанoeлектроники 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 нанoeлектроники.

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.

## **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 (УВСП);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодёжных инициатив;
- Психолого-консультационная служба (в составе УВСП);
- Спортивный клуб (в составе УВСП);
- Концертный зал ВГУ (в составе УВСП);
- Фотографический центр (в составе УВСП);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе УВСП).
- 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 молодежной 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). Организируются 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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 210100.62 Электроника и нанoeлектроника и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций примерной ООП по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника разработана матрица соответствия компетенций и составных частей ООП (приложение 5).

### **7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО и рекомендациями ООП ВО по направлению подготовки 210100.62 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 педагогической деятельности, и требующие углубленных профессиональных знаний;
  - выбирать необходимые методы исследования, расчета и конструирования наноматериалов и 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/

## Приложение 1.

## Годовой календарный учебный график

**Направление подготовки:** 210100.62 Электроника и наноэлектроники  
**Профиль:** Нанотехнология в электронике  
**Квалификация:** Бакалавр

**Срок обучения:** 4 года  
**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																																																																																						
I																			Э	Э	Э	Э																									Э	Э	Э	У	У	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К																				
II																			Э	Э	Э	Э																									Э	Э	Э	П	П	П	П	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К																				
III																			Э	Э	Э	Э																									Э	Э	Э	П	П	П	П	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К																				
IV																			Э	Э	Э	Э															Э	Э	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Г	Г																																								
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)

	Курс 1			Курс 2			Курс 3			Курс 4			Итого
	сем. 1	сем. 2	<b>Всего</b>	сем. 1	сем. 2	<b>Всего</b>	сем. 1	сем. 2	<b>Всего</b>	сем. 1	сем. 2	<b>Всего</b>	
Теоретическое обучение	18	17	<b>35</b>	18	17	<b>35</b>	18	16	<b>34</b>	18	12	<b>30</b>	134
Экзаменационные сессии	3	3	<b>6</b>	3	3	<b>6</b>	3	3	<b>6</b>	3	2	<b>5</b>	23
Учебная практика		2	<b>2</b>										2
Производственная практика					2	<b>2</b>		4	<b>4</b>				6
Выпускная квалификационная работа											6	<b>6</b>	6
Гос. экзамены и защита ВКР											2	<b>2</b>	2
Каникулы	2	7	<b>9</b>	2	7	<b>9</b>	2	6	<b>8</b>	2	7	<b>9</b>	35
<b>Итого</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>208</b>



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									
		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	лаборат.	экзамен	зачет			
Б2.Б.1.3	Линейная алгебра						34	34		1																																				
Б2.Б.1.4	Векторный и тензорный анализ											18	18			1																														
Б2.Б.1.5	Дифференциальные уравнения											36	18		1																															
Б2.Б.2	Физика	36	18	36	1		34	17	34	1		36	18	36	1																															
Б2.Б.3	Химия	36		18		1																																								
Б2.Б.4	Экология						17	17			1																																			
Б2.В.ОД	<b>Вариативная часть. Обязательные дисциплины</b>																																													
Б2.В.ОД.1	Теория функций комплексного переменного																17	17		1																										
Б2.В.ОД.2	Квантовая механика и статистическая физика																34	34			1		36	36		1																				
Б2.В.ОД.3	Интегральные уравнения и вариационное исчисление																						36	18			1																			
Б2.В.ОД.4	Методы математической физики																17	17			1																									
Б2.В.ДВ	<b>Вариативная часть. Дисциплины по выбору</b>																																													
Б2.В.ДВ	Курс по выбору из:																																													
Б2.В.ДВ.1.1	Специальный физический практикум по ПП приборам											51			1																															
Б2.В.ДВ.1.2	Специальный физический практикум по физике полупроводников											51			1																															
Б2.В.ДВ	Курс по выбору из:																																													
Б2.В.ДВ.2.1	Информатика и программирование						34	34		1																																				
Б2.В.ДВ.2.2	Операционные системы и языки						34	34		1																																				
Б2.В.ДВ	Курс по выбору из:																																													
Б2.В.ДВ.3.1	Численные методы											36	36		1																															
Б2.В.ДВ.3.2	Дополнительные главы математической физики											36	36		1																															
Б3	<b>Профессиональный цикл</b>																																													
Б3.Б	<b>Базовая часть</b>																																													
Б3.Б.1	Информационные технологии 1	36		72		1																																								
Б3.Б.2	Инженерная и компьютерная графика	36		36		1																																								
Б3.Б.3	Теоретические основы электротехники											36	54		1	34	34	1		1																										
Б3.Б.4	Метрология, стандартизация и технические измерения																34	68	1																											
Б3.Б.5	Безопасность жизнедеятельности																						36	36		1																				





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													
		лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	курсовые	лекции	практич.	лаборат.	экзамен	зачет	лекции	лаборат.	экзамен	зачет	
Б3.В.ОД.8	Компьютерное моделирование наносистем																																					48	72	1										
Б3.В.ДВ	<b>Вариативная часть. Дисциплины по выбору</b>																																																	
Б3.В.ДВ	Курс по выбору из:																																																	
Б3.В.ДВ.1.1	Методы исследования и контроля полупроводников																				36	54	1																											
Б3.В.ДВ.1.2	Физика и применение синхротронного излучения																				36	54	1																											
Б3.В.ДВ	Курс по выбору из:																																																	
Б3.В.ДВ.2.1	Теоретические основы микросхемотехники																									32	64	1																						
Б3.В.ДВ.2.2	Основы проектирования микросистем																								32	64	1																							
Б3.В.ДВ	Курс по выбору из:																																																	
Б3.В.ДВ.3.1	Проектирование интегральных схем																																									54	72	1						
Б3.В.ДВ.3.2	Проектирование ПЛИС и 3D СБИС																																										54	72	1					
Б3.В.ДВ	Курс по выбору из:																																																	
Б3.В.ДВ.4.1	Интегральная оптика и оптоэлектроника																												64	1																				
Б3.В.ДВ.4.2	Сенсоры измерительно-информационных систем																													64	1																			
ФТД.1	Бионаноэлектроника																																											36				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» является частью гуманитарного, социального и экономического цикла (блок Б.1) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 210100.62 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 складыва-

ния российского 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:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

ОК-1, ОК-9, ОК-17, ОК-18

### **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» является частью гуманитарного, социального и экономического цикла (блок Б.1) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

#### **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:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-1, ОК-9, ОК-19

### **Б1.Б.3 Экономика и организация производства**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение дисциплины "Экономика и организация производства" 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 и организация производства» 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:**

Данная дисциплина является обязательной в базовой части цикла Б.1 «Гуманитарный, социальный и экономический цикл».

#### **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 воспроизводство 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 дизайнерские 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-4, ОК-5, ОК-9**

### **Б1.Б.4 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;

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

### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Иностранный язык» относится к дисциплинам базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла основной образовательной программы по направлению 210100.62 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 промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-1, ОК-14

### **Б1.В.ОД.1 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» является частью гуманитарного, социального и экономического цикла Б.1) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

**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:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций** ОК-5, ОК-8, ОК-9

**Б1.В.ОД.2 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:**

Учебная дисциплина «Социология» относится к вариативной части обязательных дисциплин Б1.В.ОД цикла «Гуманитарный, социальный и экономический».

**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 девиа-



ция. 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-3, ОК-8, ОК-9, ОК-18

### **Б1.В.ОД.3 Экономическая теория**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение дисциплины "Экономическая теория" 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 и организация производства» 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:**

Данная дисциплина является обязательной в базовой части цикла Б.1 «Гуманитарный, социальный и экономический цикл».

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Экономика и экономическая теория: предмет, функции, развитие

Предмет, функции и методы экономической теории. Экономические отношения и экономические законы. Зарождение и основные этапы развития экономической теории.

Экономические системы

Сущность собственности, ее типы и формы. Экономическая система и ее содержание. Типы экономических систем. Переходная экономика.

Общественное производство

Производство, его содержание и цели, потребности и блага. Экономические ресурсы и факторы производства. Производственные возможности и экономический выбор

Рынок, его возникновение и характеристика

Натуральное и товарное хозяйство. Товар и его свойства. Рынок, причины его возникновения, функции рынка, виды рынков. Инфраструктура рынка.

Механизм функционирования рынка

Рыночный спрос, его величина, факторы и эластичность. Рыночное предложение, его величина, факторы и эластичность. Рыночное равновесие и равновесная цена.

Конкуренция, ее сущность, функции и виды. Совершенная и несовершенная конкуренция. Монополия, ее сущность и формы. Антимонопольная политика.

Рынки факторов производства

Рынок труда. Цена труда и заработная плата. Рынок ссудного капитала и судный процент. Рынок земли и земельная рента. Цена земли.

Теория фирмы

Фирма. Типы фирм. Капитал фирмы. Кругооборот и оборот капитала. Издержки производства и доходы фирмы

Национальная экономика как единая система

Структура и показатели национальной экономики. ВВП. ЧВП. НД. Макроэкономическое равновесие.

Инвестиции и экономический рост

Инвестиции. Виды инвестиций. Источники инвестиций. Экономический рост и его типы. Факторы экономического роста. Экономический рост в России.

Денежно-кредитная и банковская системы

Денежная система. Предложение и спрос на деньги. Банковская система. Кредит и денежно-кредитная политика.

Финансовая система

Финансы, их функции. Государственный бюджет. Налоги. Виды налогов. Фискальная политика государства

Макроэкономическая нестабильность

Цикличность экономического развития. Фазы цикла. Виды циклов. Экономические кризисы, их причины, виды. Антикризисная политика. Инфляция, виды инфляции и их последствия. Антиинфляционная политика. Безработица и ее формы. Меры борьбы с безработицей.

Доходы и уровень жизни населения. Доходы населения. Уровень и качество жизни населения. Прожиточный минимум.

Экономическая роль государства Государство в экономической системе общества. Функции государства. Государственное регулирование экономики и его формы. Экономическая политика государства, принципы и основные виды.

Мировая экономика Мировое хозяйство и международные экономические отношения. Внешняя торговля и торговая политика. Платежный баланс и валютный курс.

**Форма промежуточной аттестации экзамен.**

**Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-4, ОК-5, ОК-9**

### **Б1.В.ДВ.1.1 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» входит в состав вариативной части гуманитарного, социального и экономического цикла ООП бакалавриата по направлению подготовки 210100.62 Электроника и микроэлектроника.

### **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, фамиллярно-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. Асимметрия 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, открытость, 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: зачёт**

## Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-1, ОК-2

### **Б1.В.ДВ.1.2 Основы речевого воздействия**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель изучения учебной дисциплины – ознакомление студентов с начальными положениями теории и практики коммуникации, культуры устного и письменного общения, формирование основных лингвистических и речеведческих знаний о нормах литературного языка, правилах построения текста, особенностях функциональных стилей, этикетных речевых нормах.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

- 1) сформировать у будущих специалистов представление об основных нормах русского речевого этикета и культуры русской речи;
- 2) сформировать средний тип речевой культуры личности;
- 3) развить коммуникативные способности, сформировать психологическую готовность эффективно взаимодействовать с партнером по общению в разных ситуациях общения, соблюдать законы эффективного общения;
- 4) сформировать научный стиль речи студента;
- 5) развить интерес к более глубокому изучению родного языка, внимание к культуре русской речи;
- 6) сформировать у студентов способность правильно оформлять результаты мыслительной деятельности в письменной и устной речи.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Учебная дисциплина «Основы речевого воздействия» относится к циклу дисциплин «Гуманитарный, социальный и экономический» и является курсом по выбору. Выбор осуществляется между дисциплинами «Основы речевого воздействия» и «Русский язык и культура речи».

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Функции речевого этикета. Выбор адекватной формы обращения, трудности выбора обращения в русском языке. Соблюдение коммуникативных табу и императивов. Поддержание доброжелательного контакта в общении, некатегоричность. Акцентирование позитива общения. Этикет телефонного разговора. Этикет невербального общения: дистанция общения, расположение относительно собеседника, движение в процессе общения, уровень громкости общения, взгляд, мимика, жестикуляция, физический контакт при общении, позы, осанка, походка, посадка, манипуляция с предметами. Основные правила общения в коллективе. Служебный этикет. Основные правила делового общения. Профилактика и урегулирование конфликтов с коллегами, подчиненными и руководством. Речевой этикет в документе. Языковые формулы официальных документов. Из истории риторики. Риторика в России. Понятие публичной речи. Устный текст и письменный текст, их особенности. Оратор и его аудитория. Основные требования к публичной речи. Словесное оформление публичного выступления. Особенности убеждающего выступления: цель, форма, структура, речевое оформление. Особенности развлекательной речи: разновидности, цель, форма, сфера употребления. Особенности информационного выступления: цель, форма, структура, особенности исполнения. Особенности протокольно-этикетной речи: цель, форма, сфера употребления, правила построения. Тезис и аргументы. Основные виды аргументов.

Убедительность аргументов. Правила аргументации. Способы аргументации. Помехи восприятию аргументации. Правила эффективной аргументации.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-1, ОК-2

### **Б1.В.ДВ.2.1 Психология**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины «Психология» является: формирование у студентов знания теоретических основ психологической науки.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Психология» является частью гуманитарного, социального и экономического цикла Б.1 дисциплин подготовки студентов по направлению 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

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

Психология: предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность. Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Основные функции психики. Развитие психики в процессе онтогенеза и филогенеза. Мозг и психика. Структура психики. Соотношение сознания и бессознательного. Основные психические процессы. Структура сознания. Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:**

ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-17

### **Б1.В.ДВ.2.2 Политология**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целями освоения учебной дисциплины политология являются:

политическое образование будущего бакалавра и развитие его философско-политического мышления как гражданина правового государства, повышение уровня его политической культуры и социальной ответственности; овладеть знаниями научных политологических направлений, теоретическими основами и закономерностями функционирования политологической науки, её спецификой, принципами политологического познания; познакомить студентов с основами политологических знаний и с понятийно-категориальным аппаратом политологии, усвоение которых поможет им повысить уровень общей и политической культуры, овладеть навыками социального общения и поведения.

Задачи дисциплины: помочь овладеть достижениями мировой политической науки, основными концепциями, взглядами и точками зрения по рассматриваемым поли-

тическим проблемам; дать систематизированные знания о политике как общественном явлении; объяснить основные теоретические понятия и научить пользоваться ими для анализа политических явлений и процессов; сформировать представления об основных путях непосредственного участия в политической жизни, необходимых для этого навыках и умениях; помочь студентам понять сложные политические явления и процессы, происходящие в условиях преобразования России; исследовать острые общественные вопросы политической власти, политической системы, политических режимов, условия функционирования и развития демократического политического процесса; сформировать активную жизненную и гражданскую позицию, ценностные ориентации, в том числе и профессиональные.

### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина политология относится к гуманитарному, социальному и экономическому циклу Б1. Она призвана помочь в овладении навыками политологического анализа социальной реальности, социального общения и поведения. Это поможет молодому специалисту адекватно ориентироваться в сложных и противоречивых общественно-политических процессах, осознанно и самостоятельно налаживать эффективное и взаимовыгодное взаимодействие с другими людьми, коллегами начальниками и подчиненными в соответствующих формах.

Дисциплина входит в гуманитарный, социальный и экономический цикл. Для изучения социологии студентам необходимы знания базовых понятий курсов школы «Обществознание» и Истории Отечества. Опираясь на знания, полученные в курсе школьного предмета «Обществознание». Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины должны способствовать более успешному освоению социологии, философии, правоведения. Совместно с историей, социологией, экономикой, психологией и педагогикой политология призвана оказать влияние на всестороннее развитие личности студента.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Программа учебной дисциплины «Политология» ориентирована на изучение следующих вопросов: объект и предмет политической науки, взаимосвязь теоретического и прикладного аспектов в исследовании современной политики; общая методология политической науки, основные концептуальные подходы к исследованию политического процесса; исторические модели политической организации общества и формы политических представлений; природа и типология субъектов политических отношений, ролевые функции участников политического процесса как объект исследования; институциональные и организационные, структурные и функциональные аспекты политического процесса; социокультурный подход к анализу политических явлений; своеобразие политического опыта стран и народов и его интерпретация в политологии; политическое развитие и политическая модернизация; технологические аспекты организации политической жизни; геополитика и международные политические отношения.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-9, ОК-18

### **Б2.Б.1.1 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, кото-

рый 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:** Математический анализ относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла.

### **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 Лопиталя 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 иррациональных 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 сходимость и непрерывность, равномерная сходимость и интегрирование, равномерная сходимость 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 сходимость 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 сходимость и сходимость 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 Парсевала. 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 Парсевала для этих рядов. Тригонометрический ряд Фурье. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Точечная и равномерная сходимость 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, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамены - I семестр, II семестр, III семестр.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.1.2 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 алгебры, 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 дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 210100.62 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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.1.3 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 естественнонаучному математическому циклу Б2, являясь неотъемлемой частью предметной области «Математика». Раздел «Линейная алгебра» связан с другими разделами математики и физики.

**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 - Буныковского и треугольника. Общий вид скалярного произведения 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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.1.4 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:**

Векторный и тензорный анализ относится к естественнонаучному математическому циклу Б2, являясь неотъемлемой частью предметной области «Математика». Раздел «Линейная алгебра» связан с другими разделами математики и физики.

#### **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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.1.5 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:** 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 «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Статистическая физика», «Квантовая механика», 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 примыкании 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. Р-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:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

## **Б2.Б.2 Физика**

**Цели и задачи модуля:**

Цель 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 «Общая физика» относится к модулям базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

### **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 частиц). 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, наиболее вероятная, 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 процессах (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. Электроемкость. 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 ферромагнетики. 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 взаимоиндукции.

### 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 Вейцеккера. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада. Основные типы распада ядер.

#### **Форма промежуточной аттестации:**

Раздел 1. экзамен

Раздел 2. экзамен

Разделы 3,4. экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.3 Химия**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Основной задачей курса химии является изложение общетеоретического фундамента химической науки в целом. Рассматриваются общетеоретические концепции, законы, теории, такие, как Периодический закон, атомно-молекулярное учение, теория химического строения, строение атома и химическая связь, химическая кинетика и термодинамика. Изучение разделов химии преследует цель развить у студентов химическое мышление, научить теоретическому подходу к научным проблемам и критически воспринимать, казалось бы, незыблемые химические теории, т. к. все они неизбежно уточняются со временем. Цель и задача неорганической химии состоит в изучении свойств элементов и образуемых ими соединений. В основу положен Периодический закон как основа химической систематики. Приводится общая характеристика подгрупп элементов Периодической системы. Исследуются особенности химии конкретных элементов и их наиболее важных соединений. Большое внимание уделяется проблемам получения новых неорганических веществ с заранее заданными свойствами. Серьезное внимание уделяется в изучаемом курсе проблемам защиты окружающей среды.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Введение. Основные понятия и законы химии. Современная химическая атомистика. Химическая кинетика. Химическая термодинамика и химическое равновесие. Растворы

Окислительно-восстановительные реакции. Электролиз. Строение атома. Периодический закон. Теория химической связи. Комплексные соединения. Обзор s- и sp-элементов IA-VIIIA групп. Обзор d-элементов IB-VIIIB групп.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.Б.4 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 Экология (Б2.Б.4) относится к модулю Б2 Математический и естественнонаучный цикл.

#### **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:**

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

общекультурных (ОК): способность владеть культурой экологического мышления, способность к восприятию, анализу, обобщению экологической информации (ОК-1); способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач с экологической ответственностью за результаты своей деятельности, анализировать экологически значимые проблемы и процессы и их социальные последствия (ОК-9); способность владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, угрожающих экологической стабильности (ОК- 15);

профессиональных (ПК): способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов, в том числе в области развития биосферы (ПК-1); способность выявлять естественно-научную сущность экологических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать разработанные способы и методики для их решения (ПК-2); готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий для решения общеэкологических задач в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

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

**Форма аттестации:** зачет (2 семестр).

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

**Б2.В.ОД.1 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:**

Теория функций комплексного переменного относится к обязательным дисциплинам вариативной части математического и естественнонаучного цикла.

**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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

## **Б2.В.ОД.2 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 используемых 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:** Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» относится к обязательным дисциплинам вариативной части цикла Б3 подготовки бакалавров в рамках направления 210100.62 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:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

**Б2.В.ОД.3 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» относится к обязательным дисциплинам вариативной части цикла Б3 подготовки бакалавров в рамках направления 210100.62 Электроника и наноэлектроника.

**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  $\delta$  для экстремалей. Задача о брахистохроме. 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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2



## **Б2.В.ОД.4 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 обязательным дисциплинам вариативной части цикла Б2. Являясь неотъемлемой частью предметной области математики, раздел «Методы математической физики» связан с другими разделами математики. 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:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б2.В.ДВ.1.1 Специальный физический практикум по полупроводниковым приборам**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Дисциплина формирует у студентов знания и умения, которые облегчают и улучшают освоение дисциплин Б3.Б.3 Теоретические основы электротехники, Б3.Б.8 Физические основы электроники 1, Б3.Б.14 Физические основы электроники 2, а также формируют навыки, необходимые для самостоятельной практической работы студентов в области электроники.

Цель – изучение основных типов полупроводниковых приборов, их конструкции, принципа работы, назначения и особенностей измерения основных параметров.

Задачи дисциплины – экспериментальное исследование ВАХ п/п диодов и транзисторов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: принципы работы, конструкцию, параметры и назначение п/п диодов, МОП-транзисторов и биполярных транзисторов.

уметь: анализировать ВАХ п/п приборов.

владеть: навыками изготовления печатных плат, монтажа радиоэлементов, измерения ВАХ п/п приборов

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

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу дисциплин, раздел «Вариативная часть. Дисциплины по выбору».

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из семи разделов.

Раздел 1. Основы классификации полупроводниковых приборов: Типы п/п приборов. Буквенно-цифровой код обозначения п/п приборов. Условные графические обозначения п/п приборов.

Раздел 2. Основы технологии изготовления печатных плат: Общие сведения о печатных платах: виды печатных плат, требования к печатным платам. Изготовление печатных плат: химические и механические методы воспроизведения топологии токопроводящего слоя. Монтаж печатных плат: монтаж в отверстия, поверхностный монтаж.

Раздел 3. Изучение полупроводникового диода. Примесная проводимость полупроводника. P-n-переход. Прямая и обратная ветви ВАХ диода. Осциллограмма однополупериодного выпрямителя.

Раздел 4. Изучение статических вольтамперных характеристик биполярного транзистора: Устройство и принцип работы биполярного транзистора. Режимы работы би-

полярного транзистора: активный режим, инверсный режим, режим насыщения, режим отсечки. Схемы включения биполярного транзистора с общим эмиттером, с общей базой, с общим коллектором. Статические характеристики биполярного транзистора: входная, выходная, передаточная.

Раздел 5. Изучение статических вольтамперных характеристик МДП-транзистора. Устройство и принцип работы МДП транзистора. Режимы работы МДП транзистора: активный режим, инверсный режим, режим насыщения, режим отсечки. Схемы включения МДП транзистора с общим истоком, с общим затвором, с общим стоком. Статические характеристики МДП транзистора: входная, выходная, передаточная.

Раздел 6. Изучение вольтамперной характеристики светоизлучающего диода: Физические основы электролюминесценции. Электрическая схема включения светодиода с токоограничивающим резистором. ВАХ светодиода. Расчет сопротивления токоограничивающего резистора.

Раздел 7. Изучение вольтамперной характеристики фотодиода. Принцип работы фотодиода. Фотогальванический и фотодиодный режим включения фотодиода. Электрическая схема включения фотодиода с нагрузочным резистором. ВАХ фотодиода. Выбор оптимального сопротивления нагрузочного резистора.

#### **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): - способности использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

профессиональных (ПК): способности владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9); 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-19).

профессиональных, установленных вузом (ПСК): способности разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы (108 часа).

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (2 семестр).

**Форма текущего контроля:** опрос.

#### **Б2.В.ДВ.1.2 Специальный физический практикум по физике полупроводников**

##### **Цели и задачи дисциплины:**

Цель дисциплины – закрепить на практике знания, полученные в рамках курса физики полупроводников. Дисциплина позволяет практически оценить основные эффек-

ты, свойственные полупроводниковым материалам, а также знакомит с основными процессами, протекающими в полупроводниках под воздействием внешних полей.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к циклу Б2. «Математический и естественнонаучный цикл»

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Практикум состоит из шести лабораторных работ.

Лабораторная работа №1. Определение типа проводимости полупроводника.

Лабораторная работа №2. Определение удельного сопротивления полупроводников четырёхзондовым методом.

Лабораторная работа №3. Изучение выпрямляющих свойств электронно-дырочного перехода.

Лабораторная работа №4. Внутренний фотоэффект в полупроводниках.

Лабораторная работа №5. Измерение параметров полупроводников с помощью эффекта Холла.

Лабораторная работа №6. Изучение эффекта Пельтье в полупроводниках.

**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):

– способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять в сочетании методы теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

– способности обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий блоки материалов, необходимые для формирования комплекса представлений в области профессиональной деятельности, (ОК-11);

профессиональных (ПК):

– способности владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5);

– способности строить простейшие физические и математические модели процессов, лежащих в основе функционирования твердотельных устройств различного функционального назначения (ПК-19).

профессиональных, установленных вузом (ПСК):

– способности разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (2 семестр).

**Форма текущего контроля:** опрос.

**Б2.В.ДВ.2.1 Информатика и программирование**

**Цели и задачи дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в получении базовых представлений об основах объектно-ориентированного программирования на базе языка C++.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: парадигму ООП, синтаксические конструкции языка (конструкторы, деструкторы, перегрузку функций и операций, и т.д.), понятие о наследовании и полиморфизме, стандартную библиотеку шаблонов (STL).

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

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

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

Дисциплина относится к вариативной части базового математического и естественнонаучного цикла (Б.2). Для освоения данной дисциплины требуются знания, умения и компетенции, формируемые в рамках математики и дисциплины Б3.Б.1. Информационные технологии 1.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Особенности языка C++. Объектно-ориентированное программирование. Классы и объекты.

Раздел 2. Работа с динамической памятью. Указатели и ссылки.

Раздел 3. Перегрузка функций и операторов. Преобразования типов.

Раздел 4. Наследование. Виртуальные функции. Абстрактные классы. Множественное наследование.

Раздел 5. Параметризованные типы и функции.

Раздел 6. Обработка исключительных ситуаций. Классы потоков.

**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): способностью стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6); способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

профессиональных (ПК): готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3); способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11).

профессиональных, установленных вузом (ПК): способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

**Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часов).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Промежуточная аттестация:** зачет (2 семестр).

## **Б2.В.ДВ.2.2 Операционные системы и языки**

### **Цели и задачи дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в получении базовых представлений об основах объектно-ориентированного программирования на базе языка C++.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: парадигму ООП, синтаксические конструкции языка (конструкторы, деструкторы, перегрузку функций и операций, и т.д.), понятие о наследовании и полиморфизме, стандартную библиотеку шаблонов (STL).

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

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

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

Дисциплина относится к вариативной части базового математического и естественнонаучного цикла (Б.2). Для освоения данной дисциплины требуются знания, умения и компетенции, формируемые в рамках математики и дисциплины Б3.Б.1. Информационные технологии 1.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Особенности языка C++. Объектно-ориентированное программирование. Классы и объекты.

Раздел 2. Работа с динамической памятью. Указатели и ссылки.

Раздел 3. Перегрузка функций и операторов. Преобразования типов.

Раздел 4. Наследование. Виртуальные функции. Абстрактные классы. Множественное наследование.

Раздел 5. Параметризованные типы и функции.

Раздел 6. Обработка исключительных ситуаций. Классы потоков.

### **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): способностью стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6); способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

профессиональных (ПК): готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3); способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11).

профессиональных, установленных вузом (ПК): способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

### **Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часов).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Промежуточная аттестация:** зачет (2 семестр).

### **Б2.В.ДВ.3.1 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 числу дисциплин по выбору вариативной части математического и естественнонаучного цикла основной Б2 образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и наноэлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из девяти разделов.

Раздел 1. Вычислительный эксперимент. Математические 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:**

а) общекультурные (ОК)

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

– способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

б) профессиональные (ПК)

– способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);

– способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2);

– способность владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5).

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (3 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б2.В.ДВ.3.2 Дополнительные главы 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:

– Современные компьютерные методы численного решения краевых задач для уравнений с частными производными

– Анализ нелинейных уравнений математической физики методами автомодельного решения и редукцией на конечномерный базис

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Дополнительные главы математической физики» относится к обязательным дисциплинам вариативной части цикла Б2. Являясь неотъемлемой частью предметной области математики, раздел «Методы математической физики» связан с другими разделами математики. Поэтому преподавание учебной дисциплины «Дополнительные главы математической физики» методически связано с преподаванием других математических дисциплин. Фундаментальные понятия и факты курса «Дополнительные главы 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 внутривидовых логических и содержательно-методических связей образовательной области «Математика».

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Введение в предмет.

Нелинейные уравнения. Уравнение Римана и его решение. Уравнение Кортевега де Вриза. Решение в виде распространяющихся уединенных волн. Солитоны.



Основные понятия, сетка и сеточные функции. Разностная аппроксимация производных, разностные схемы для уравнений с частными производными. Устойчивость разностной схемы.

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

**Формы текущей аттестации:** коллоквиум, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

### **Б3.Б.1 Информационные технологии1**

#### **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:** (цикл, к которому относится дисциплина)

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла (Б.3). 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:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

общекультурных (ОК): способностью стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6); способностью владеть основными методами,

способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

профессиональных (ПК): готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3); способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11).

профессиональных, установленных вузом (ПК): способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зачетные единицы (144 часов).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Промежуточная аттестация:** зачет (1 семестр).

### **Б3.Б.2 Инженерная и компьютерная графика**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью данной дисциплины является введение студентов в круг современных методов и средств создания и обработки изображений с помощью программно-аппаратных вычислительных комплексов.

Основные задачи курса: освоение базовых понятий и методов компьютерной графики; изучение популярных графических программ и издательских систем; приобретение навыков подготовки изображений к публикации, в том числе и в электронном виде; овладение основами компьютерного дизайна; знакомство с различными сферами применения методов и средств компьютерной графики в современном обществе.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: достоинства и недостатки различных видов компьютерной графики, цветовые модели, палитры, форматы хранения графики с возможностью применения различных алгоритмов сжатия, возможности современных редакторов.

уметь: применять средства компьютерной графики для оформления научно-исследовательских, бакалаврских работ, для визуализации данных, полученных в профессиональной деятельности.

владеть: навыками работы в растровых и векторных редакторах графики.

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

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла (Б.3). 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. Области применения компьютерной графики. Раздел 2. Растровая, векторная и фрактальная графика. Раздел 3. Цветовые модели. Раздел 4. Форматы хранения графической информации. Раздел 5. Растровые, векторные редакторы, программы верстки. Раздел 6. Аппаратные средства компьютерной графики. Раздел 7. Инженерная и компьютерная графика в профессиональной деятельности.

**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): способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

профессиональных (ПК): способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способностью владеть элементами начертательной геометрии и инженерной графики, применять современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ПК-7); способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11).

**Общая трудоемкость дисциплины:**

4 зачетные единицы (144 часов).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Промежуточная аттестация:** экзамен (1 семестр).

**Б3.Б.3 Теоретические основы электротехники****Цель изучения дисциплины.**

Основной задачей изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» является формирование у студентов основных понятий и положений теории электрического и магнитного полей, теории цепей; освоение качественных, аналитических, экспериментальных и численных методов временного и частотного анализа процессов в линейных и нелинейных цепях.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного тока в стационарных и переходных режимах, энергетические соотношения в цепях постоянного и переменного тока.

Уметь: применять методы временного и частотного анализа цепей для нахождения реакции на различные виды воздействий, производить оценку энергетических показателей устройств, определять параметры режимов и схем замещения устройств.

Владеть: терминологией теории электрического и магнитного полей; теории электрических и магнитных цепей, методами качественного анализа цепей, прикладными программами расчета и моделирования электрических цепей.

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин, раздел «Базовая часть». Для успешного освоения дисциплины необходимо знание математики и физики.

Место дисциплины в модульной структуре ООП.

Дисциплина относится к модулю Б3 «Профессиональный цикл».

**Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Электростатика. Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока. Раздел 3. Магнитное поле. Раздел 4.

Электрические цепи при гармонических воздействиях. Раздел 5. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Раздел 6. Четырехполюсники. Раздел 7. Нелинейные цепи. Раздел 8. Современные методы расчета электрических цепей.

Основные образовательные технологии.

По организационным формам: лекции, практические занятия, самостоятельная работа. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ-демонстрация учебного материала); проблемные и поисковые; активные (анализ учебной и научной литературы); интерактивные; информационные и компьютерные.

#### **Требования к результатам освоения дисциплины.**

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-10

Профессиональных (ПК): ПК-4, ПК-9, ПК-10, ПК-19, ПК-26

**Общая трудоемкость дисциплины:** 6 зачетных единиц (216 часов).

#### **Формы контроля.**

Форма текущего контроля: тестирование, рефераты.

Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр), экзамен (4 семестр), курсовая работа (4 семестр).

### **Б3.Б.4 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 базируется на курсах общей и теоретической физики университетской программы для физического факультета, а также на дисциплинах раздела «Высшая математика» (математический анализ, дифференциальные уравнения и методы математической физики).

#### **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

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).

**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) общекультурные (ОК)

владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);

б) профессиональные (ПК)

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);

готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов (ПК-6);

способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (ПК-7);

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

**Форма текущего контроля:** собеседование, опрос, контрольная работа.

**Промежуточная аттестация:** экзамен (4 семестр).

### **Б3.Б.5 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 дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 210100 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 лазеров 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-4, ОК-15, ОК-16, ПК-17, ПК-26

### **Б3.Б.6 Материалы электронной техники**

**Цели и задачи дисциплины:** Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для освоения дисциплины Б3.Б.11 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:**

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин, раздел «Базовая часть».

### **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. Алмазоподобные 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:**

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

общекультурных (ОК): способности использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10).

профессиональных (ПК): готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3); 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-19).

профессиональных, установленных вузом (ПК): способности разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3)

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (6 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.Б.7 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 квантово-механического 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 наноэлектроники. Приобрести опыт деятельности в области анализа функционирования готовых приборов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр. Дисциплина "Физика конденсированного состояния" является базовой частью модуля "Общая физика" профессионального цикла дисциплин подготовки студентов.

#### **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:**

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

общекультурных (ОК): способности оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук (ОК-1); способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение(ОК-3).

профессиональных (ПК): способности к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и электроники, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своим профилем подготовки) (ПК-1); способности к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (ПК-2); способности использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и электроники, в том числе нано- и биоэлектроники (ПК-3).

#### **Общая трудоемкость дисциплины:**

2.5 зачетной единицы (90 часов)

**Форма текущего контроля:** тестирование, опрос.

**Промежуточная аттестация:** экзамен (5 семестр).

### **Б3.Б.8 Физические основы электроники1**

#### **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 электроники<sup>1</sup>” 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:**

Дисциплина “Физические основы электроники<sup>1</sup>” является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части. Код учебного цикла БЗ.

Дисциплина “Физические основы электроники<sup>1</sup>” основывается на дисциплинах математического и естественнонаучного цикла “Физика” (Б2.Б.2), и дисциплинах профессионального цикла “Теоретические основы электротехники” (Б3.Б.3), “Квантовая механика и статистическая физика” (Б3.Б.1.4), “Физика конденсированного состояния” (Б3.Б.7).

### **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, пироэлектрики, сегнетоэлектрики.

**Форма текущей аттестации:** Контрольные работы, домашние задания, устный опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен в устной форме (6 семестр).

**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.

**Б3.Б.9 Нанозлектроника**

**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 нанозлектроники. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: получение представлений о физических идеях и принципах современной нанозлектроники; формирование комплекса теоретических знаний о физических свойствах нанозлектронных систем, важнейших физических процессах и явлениях, составляющих фундаментальную основу нанозлектроники; знакомство с существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения нанозлектронных структур.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к базовой части профессионального образовательного цикла (Б3.Б.9), 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 электронах 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 фермионы. 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:**

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

##### *а) общекультурные (ОК)*

– способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

– способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);

*б) профессиональные (ПК)*

– способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

– способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-4);

– готовность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);

– способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-7);

– способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-9);

– готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-16).

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (6 семестр).

**Форма текущего контроля:** отчеты по лабораторным работам, опрос.

### **Б3.Б.10 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:**

Дисциплина относится базовой части профессионального цикла Б3 основной образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и нанoeлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

**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:****а) общекультурные (ОК)**

– способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

**б) профессиональные (ПК)**

– готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

– способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

– способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

– способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11);

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);

– 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-19).

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

**Форма промежуточной аттестации:** дифференцированный зачет (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

**Б3.Б.11 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 нанoeлектроники, 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:** (цикл, к которому относится дисциплина)

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла, 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:**

Дисциплина состоит из пяти разделов. 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.

**Коды формируемых компетенций:**

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

общекультурных (ОК):

- способность владеть культурой освоения новых подходов, нового образа мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);
- способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы (ОК-9);
- способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-13);
- способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию, культурным традициям, достижениям ученых разных стран в области технологии твердотельной электроники (ОК-17);
- способность понимать и анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые философские проблемы технологических аспектов наноматериаловедения (ОК-19).

общепрофессиональных (ОП):

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе зарождения и развития микроэлектроники, а также особенностей технологии на этапе ее перехода к наноэлектронике, (ПК-2);
- готовность учитывать современные тенденции развития твердотельной электроники с учетом формирования и технологического совершенствования нового направления, связанного с использованием наноматериалов (ПК-3);
- способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по новейшим направлениям в области технологии формирования электронной компонентной базы, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6).

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

**Форма аттестации зачет** (7 семестр).

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

### **Б3.Б.12 Схемотехника**

**Цели и задачи дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование представления об основах построения, функционирования, и методах проектирования цифровых ИС, научить анализировать их структуру, выполнять синтез цифровых автоматов по заданному логическому описанию их поведения и использовать цифровые технологии для реализации микро– и наноэлектронных вычислительных устройств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать: логические и схемотехнические основы цифровых технологий, методы описания режимов функционирования логических элементов и функциональных блоков цифровых устройств, а также основные приемы их схемотехнической реализации;

- уметь: использовать карты минтермов для минимизации логических выражений, выполнять оптимальное проектирование функциональных блоков ЦУ К– и П–типа, использовать словарные преобразования при построении цифровых автоматов;
- владеть: навыками выбора и построения оптимальных структурных схем ЦУ при выполнении заданных требований ТЗ.

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

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла (БЗ). Для освоения данной дисциплины требуются знания, умения и компетенции, формируемые в рамках курсов математики и электронной техники.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Введение. Основы булевой алгебры.

Раздел 2. Типы и параметры логических элементов.

Раздел 3. Цифровые структуры комбинационного типа.

Раздел 4. Цифровые структуры последовательностного типа.

Раздел 5. Запоминающие устройства.

Раздел 6. Микропроцессорные системы.

**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): способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОК-8);

профессиональных (ПК): способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1); готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3); способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4); готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10); 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-19);

профессиональных, установленных вузом (ПК): способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и нанoeлектроники (ПК-3).

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.Б.13 Информационные технологии2**

#### **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: ознакомление с базовыми понятиями алгоритмизации и программирования; освоение основ программирования на языке Паскаль.

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.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. 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 следующим дисциплинам математического и естественно-научного и профессионального циклов: численные методы, компьютерное моделирование наносистем, компьютерное моделирование в микро- и нанoeлектронике.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Основы алгоритмического языка Паскаль: Типы данных и константы языка Паскаль. Выражения, операнды, операции. Структура программы на Паскале. Раздел 2. Реализация базовых алгоритмических конструкций на языке Паскаль: Линейные программы. Программирование разветвлений. Программирование циклов. Раздел 3. Структуры данных: Массивы. Строки. Записи. Множества. Раздел 4. Структурное и модульное программирование на языке Паскаль: Процедуры и функции. Модули. Раздел 5. Организация ввода-вывода в Паскале: Работа с файлами: Общие средства для работы с файлами. Текстовые файлы. Типизированные файлы. Нетипизированные файлы. Раздел 6. Динамические структуры данных: Статические и динамические переменные. Динамически формируемые массивы и строки. Связанные списки. Двоичные деревья.

#### **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): способности владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1); способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10); способности понимать сущность и значение информации в развитии современного

информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11); способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12).

профессиональных (ПК): способности представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1); способности выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2); готовности учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3).

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (2 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, опрос.

### **Б3.Б.14 Физические основы электроники2**

#### **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:**

Дисциплина Физические основы электроники 2 (БЗ.Б.14) относится к профессиональному циклу дисциплин, раздел «Базовая часть».

### **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 гальваномангнитные приборы и устройства. Силовые полупроводниковые приборы и приборы для работы при экстремальных температурах. Особенности интегральных полупроводниковых приборов. Оптимизация параметров приборов при SPICE-моделировании. Основы схемотехнического 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. MeП-транзисторы на основе GaAs. HEMT-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. Вольт-амперная 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 акусто-

электроники. Способы возбуждения и управления ПАВ. Акустоэлектрический эффект. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии задержки. Фильтры. Акустооптические 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:**

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

общекультурных (ОК): способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

профессиональных (ПК): способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2);

готовности учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

способности владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

способности владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5);

способности собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

способности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

готовности выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

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-19);

способности 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-20);

профессиональных, установленных вузом (ПСК): способности идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики и технологии изготовления электронных приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-2); способности разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и наноэлектроники (ПСК-3).

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** опрос.

### **Б3.В.ОД.9 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 радиофизических приложениях и при передаче информации.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 210100.62 Электроника и микроэлектроника.

#### **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  $\sigma$ -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.  $\chi^2$ -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 гауссовой 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. Приближенный и точный методы построения доверительных интервалов для среднего. Доверительные интервалы для нормального распределения.

**Формы текущей аттестации:** контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-10, ПК-1, ПК-2

## **Б4 Физическая культура**

### **Б2.В.ДВ.4.1 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:**

Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу. 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:**

а) общекультурные (ОК):

– способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

– способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

б) профессиональные (ПК)

– способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (8 семестр).

**Форма текущего контроля:** опрос.

### **Б3.В.ОД.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 нанoeлектроники.

#### **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 Б3.

#### **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 нанoeлектронике. Физические основы нанoeлектроники. 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 нанoeлектроники;

– владеть:

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

- 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).

## **Б2.В.ОД.2 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.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к математическому и естественно-научному циклу. Для изучения курса студентам необходимо усвоить следующие дисциплины: векторная и линейная алгебра, некоторые разделы аналитической геометрии, кристаллография и кристаллофизика. Дисциплина предшествует следующим дисциплинам профессионального цикла: физика конденсированного состояния, квантовая теория, физика твердотельных структур.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Абстрактные группы: Aksiомы 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):

общекультурных (ОК): способности использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1); способности приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3); способности использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16).

профессиональных (ПК): способности использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1); способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-4).

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (6 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, опрос.

### **Б3.В.ОД.3 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 нанoeлектронике;
- формирование знаний в области теоретических и технологических принципов нанoeлектроники, лежащих в основе построения современных информационных систем;
- овладение навыками в оценке современных технологических методов и возможностей их использовании в нанoeлектронике.

**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:**

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

## а) общекультурные (ОК)

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

## б) профессиональные (ПК)

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);
- готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-16).

## Уметь:

- применять знания, полученные при изучении курсов физических и математических дисциплин при рассмотрении вопросов, связанных с теоретическими, экспериментальными и технологическими аспектами разработки и изготовления нанoeлектронных приборов и устройств.

## Владеть:

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

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

**Форма текущего контроля:** опрос.

**Промежуточная аттестация:** экзамен (5 семестр).

### **Б3.В.ОД.4 Физика полупроводников и полупроводниковых приборов**

#### **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, сформированном 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 Б3 «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 р-п переход, контактная разность потенциалов. Диффузионная емкость, зависимость от частоты переменного сигнала. Виды пробоя р-п 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 р-п переходом. Принцип действия. Расчет входных вольт-амперных характеристик полевого транзистора с управляющим р-п 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) общекультурные (ОК):

– способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

б) профессиональные (ПК):

– способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин бакалавриата (ПК-1);

– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

– способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями бакалаврской программы) (ПК-5);

– готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);

– способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК -19).

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.В.ОД.5 Методы диагностики и анализа микро- и наносистем**

#### **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.

#### **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.

### **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.

### **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).

### **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) общекультурные (ОК)

– способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

– способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

б) профессиональные (ПК)

– способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

– способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-10);

– способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19);

– способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-20).

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

**Формы контроля.**

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

Промежуточная аттестация - экзамен (8 семестр).

**Б3.В.ОД.6 Технология материалов микро - и наноэлектроники.**

**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 Б3.Б.7 «Физика конденсированного состояния» и Б2.В.ДВ.4.1 «Кристаллография и кристаллофизика».

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 тонкопленочного состояния материалов, а также принципах и возможностях различных методов получения тонких слоев. В ходе изучения курса студенты овладевают основными представлениями о закономерностях образования тонких пленок, изучают физические основы различных методов получения тонких пленок и возможности их применения для получения различных материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

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

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

владеть: навыками выбора оптимальной технологии формирования тонкопленочной структуры.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к модулю Б3 «Профессиональный цикл».

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина содержит три основных раздела.

Раздел 1. - Общие вопросы формирования тонких пленок: Классификация методов получения тонких слоев. Физические и химические методы. Газо-, жидко- и твердофазные методы. Сравнительная характеристика этих методов. 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: Получение тонких пленок методом испарения. Скорость испарения. Уравнение Герца – Кнудсена. Распределение испаренных молекул по направлениям. Закон косинуса. Источники точечные и малой площади. Закон распределения толщины покрытий. 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.

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. Осаждение из газовой фазы. Метод жидкофазной эпитаксии. Метод роста из растворов. Золь-гель технологии.

#### **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): способность стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6); способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

профессиональных (ПК) способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1); способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2); способность владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5); способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6); 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-19);

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тесты, рефераты, опрос.

### **Б3.В.ОД.7 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. Квантовая физика низкоразмерных систем позволяет научить студентов строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями. Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Квантовая физика низкоразмерных систем» является идеальной для решения этой задачи, формируя у студентов подлинно научное мировоззрение.

Задачи дисциплины:

изучение основных понятий и определений квантовой физики низкоразмерных систем;

изучение особенностей протекания физических процессов в системах пониженной размерности;

классификация методов формирования низкоразмерных структур и их характеристика.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: 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 низкоразмерных систем (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 относится к модулю БЗ «Профессиональный цикл».

### **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):

способность стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

профессиональных (ПК):

способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);

способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2);

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

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (8 семестр).

**Форма текущего контроля:** контрольная работа, опрос.

### **Б3.В.ОД.8 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.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу. 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. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент: Место вычислительного эксперимента в физике наносистем. Этапы вычислительного эксперимента и их краткая характеристика. Общие рекомендации для построения эффективных алгоритмов. Раздел 2. Уравнение Шредингера для систем многих частиц: Приближенные формы уравнения Шредингера

для молекул, твердых тел и наносистем. Адиабатическая теория и приближение Борна-Оппенгеймера, критерии применимости. Приближение Хартри и Хартри-Фока. Раздел 3. Теория функционала плотности: Уравнения Кона-Шэма. Аппроксимация локальной плотности. Численное решение уравнений функционала плотности. Электроны в периодическом потенциале. Вариационный метод Ритца. Построение кристаллических потенциалов. Метод присоединенных плоских волн и его практические аспекты. Линеаризация методов зонной теории. Раздел 4. Моделирование электронного строения нанопленок и нанослоев: Метод линеаризованных присоединенных плоских волн для пленок. Построение пленочного потенциала. Методика вычисления спектральных характеристик. Раздел 5. Моделирование электронного строения нанотрубок и нанонитей: Электронная структура нанотрубок в приближении слабой связи. Метод линеаризованных присоединенных цилиндрических волн. Раздел 6. Компьютерная реализация моделирования наносистем. Пакеты программ: Характеристики основных пакетов программ и возможности их использования. Возможности программы Gaussian и ее структура. Программный пакет WIEN2k и его возможности. Основы работы с программным комплексом FilmAll для расчета электронной структуры и спектральных характеристик нанопленок. Программный комплекс на основе метода ЛПЦВ для расчета электронной структуры нанотрубок.

#### **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): способности владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1); способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10); способности владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12).

профессиональных (ПК): способности представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1); способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2); готовности учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 6 зачетных единиц (216 часов).

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (8 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, опрос.

#### **Б3.В.ДВ.1.1 Методы исследования и контроля полупроводников**

##### **Цель изучения дисциплины.**

В курсе рассматриваются основные методы исследования свойств полупроводниковых материалов и структур, широко применяемые в лабораторных и производствен-

ных 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.

### **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.

#### **Структура дисциплины.**

Дисциплина состоит из девяти разделов.

Раздел 1. Основные параметры полупроводниковых материалов и структур микро- и нанoeлектроники. 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.

#### **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).

#### **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) общекультурные (ОК)

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2).

б) профессиональные (ПК)

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

- способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-10);

- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19);

- способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-20).

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.

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

**Формы контроля.**

Форма текущего контроля: собеседование, опрос, контрольная работа.

Промежуточная аттестация - зачет (7 семестр).

### **Б3.В.ДВ.2.1 Теоретические основы микросхемотехники**

**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 электронной компонентной базы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основы теории цепей, 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 вариативной части профессионального цикла БЗ основной образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и нанoeлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Способы представления информации. Раздел 2. Булева алгебра и логические функции. Раздел 3. Преобразование логических функций. Раздел 4. Проектирование базовых логических элементов цифровых систем. Раздел 5. Проектирование функциональных узлов комбинационного типа. Раздел 6. Проектирование функциональных блоков комбинационного типа. Раздел 7. Проектирование схем контроля. Раздел 8. Проектирование триггерных устройств. Раздел 9. Проектирование конечных автоматов.

### **Коды формируемых компетенций:**

#### **а) общекультурные (ОК)**

– способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

#### **б) профессиональные (ПК)**

– готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

– способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

– способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);

– 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-19).

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (6 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.В.ДВ.2.2 Основы проектирования микросистем**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Формирование и закрепление знаний об элементах и компонентах микроэлектромеханических систем, базовых физических принципах их функционирования, характеристиках, конструкциях и особенностях применения.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые физические принципы функционирования элементов и компонентов микроэлектромеханических систем;

уметь: разрабатывать физические и математические модели элементов и компонентов микроэлектромеханических систем;

владеть: методами расчета параметров и основных характеристик элементов и компонентов микроэлектромеханических систем.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору вариативной части профессионального цикла Б3 основной образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и нанoeлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из восьми разделов.

Раздел 1. Параметры и характеристики микроэлектромеханических систем.

Раздел 2. Чувствительные элементы микроэлектромеханических систем.

Раздел 3. Пьезоэлектрические датчики. Сенсоры температуры на основе термопар. Сенсоры магнитного поля.

Раздел 4. Сенсоры угловых скоростей. Волоконно-оптические гироскопы. Микроэлектромеханические сенсоры угловых скоростей.

Раздел 5. Сенсоры линейных ускорений. Микромеханические акселерометры L-типа. Микромеханические акселерометры R-типа. Акселерометры с нагреваемой пластиной. Акселерометры с нагреваемым газом.

Раздел 6. Актюаторные элементы МСТ.

Раздел 7. Интегральные микродвигатели.

Раздел 8. Пассивные и индуктивные компоненты микросистем.

#### **Коды формируемых компетенций:**

а) общекультурные (ОК)

– способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

б) профессиональные (ПК)

– готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

– способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

– способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);

– 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-19).

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

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос. Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (6 семестр).

### **Б3.В.ДВ.3.1 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 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 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; языками описания и проектирования современных интегральных схем.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору вариативной части профессионального цикла Б3 основной образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и нанoeлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

#### **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. Языки проектирования высокого уровня.

Раздел 5. Создание проекта на языке VHDL.

Раздел 6. Лексические элементы VHDL.

Раздел 7. Скалярные типы данных.

- Раздел 8. Составные типы данных.
- Раздел 9. Последовательные операторы.
- Раздел 10. Параллельные операторы.
- Раздел 11. Подпрограммы.
- Раздел 12. Библиотеки и пакеты.
- Раздел 13. Стили описания проектов.
- Раздел 14. Проектирование последовательностных схем.
- Раздел 15. Проектирование конечных автоматов.
- Раздел 16. Синтезабельное подмножество языка.

#### **Коды формируемых компетенций:**

##### **а) общекультурные (ОК)**

– способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

##### **б) профессиональные (ПК)**

– готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

– способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

– способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);

– 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-19).

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

**Форма промежуточной аттестации:** дифференцированный зачет (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.В.ДВ.3.2 Проектирование ПЛИС и 3D СБИС**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Формирование знаний и умений, необходимых для автоматизированного проектирования программируемых логических интегральных схем и трехмерных сверхбольших

интегральных схем. 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 программируемых логических интегральных схем и трехмерных сверхбольших 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; языками описания и проектирования современных интегральных схем.

### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к числу дисциплин по выбору вариативной части профессионального цикла БЗ основной образовательной программы по направлению подготовки 210100 Электроника и нанoeлектроника (квалификация (степень) "бакалавр").

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из десяти разделов. Раздел 1. Принципы функционирования ПЛИС. Раздел 2. Общая характеристика процесса проектирования ПЛИС. Раздел 3. Маршруты и этапы проектирования ПЛИС. Раздел 4. Архитектура ПЛИС. Раздел 5. Средства автоматизированного проектирования ПЛИС. Раздел 6. Создание проекта в среде САПР Quartus II фирмы Altera. Раздел 7. Современные технологии 3D-интеграции. Раздел 8. Трехмерные интегральные схемы 3D СБИС. Раздел 9. Трехразмерные микросборки. Раздел 10. Типовой укрупненный технологический маршрут производства 3D СБИС.

### **Коды формируемых компетенций:**

#### **а) общекультурные (ОК)**

– способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

#### **б) профессиональные (ПК)**

– готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);

– способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);

– способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);

– 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-19).

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

**Форма промежуточной аттестации:** дифференцированный зачет (7 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **Б3.В.ДВ.4.1 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.

знать: физические принципы работы приборов и устройств интегральной оптики и 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 Б3 «Профессиональный цикл, вариативная часть, дисциплины по выбору»

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из восьми лабораторных работ.

1 Определение ширины запрещенной зоны и типа оптического перехода полупроводников АЗВ5.

2. Моделирование спектров люминесценции полупроводников АЗВ5.

3. Изучение процессов туннелирования в р-п переходе.

4. Изучение работы полупроводникового лазера.

5. Изучение работы фоторезистора.

6. Изучение работы фотодиода

7. Изучение работы фотодиодного оптрона.

8. Изучение работы оптической интегральной схемы.

**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):

– способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);

б) профессиональные (ПК):

– способность использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин бакалавриата (ПК-1);

– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

– способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями бакалаврской программы) (ПК-5);

– готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);

– способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19);

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет (6 семестр).

**Форма текущего контроля:** тестирование, рефераты, опрос.

### **ФТД.1 Бионанoeлектроника**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Цель – формирование знаний и умений, необходимых для понимания процесса разработки интегральных электронных схем, ДНК-компьютеров и молекулярных нанокomпозитов, квантовых компьютеров и других приборов на основе бионанoeлектроники. Дисциплина формирует у студентов знания и умения и современное представление о бионанoeлектронике и о современных нанотехнологиях.

Задача дисциплины - формирование и углубление знаний о бионанoeлектронике, а также понимание физических и процессов нанoeлектронных устройств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основы бионанoeлектроники; новейшие и современные технологии в области бионанoeлектроники, такие как: молекулярные нанокomпозиты, нейронные сети, ДНК-компьютеры, методы зондового сканирования, характеристики и область применения бионанoeлектроники; устройство современных приборов, таких как ДНК-транзисторы, ДНК-компьютеры, молекулярные нанопровода, нанобиочипы и нанобиосенсоры.

уметь: различать устройство основных приборов бионанoeлектроники: биологических сенсоров, кремниевых нанотранзисторов и базовых логических элементов квантовых компьютеров.

владеть: основными понятиями и определениями бионанoeлектроники.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина относится к модулю ФТД «Факультатив»

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Дисциплина состоит из четырех разделов.

Раздел 1. Введение в бионанозлектронику. основные понятия и определения бионанозлектроники. Области применения бионанозлектроники.

Раздел 2. Приборы на основе бионанозлектроники. ДНК- компьютеры. Нанобиочипы, нанобиосенсоры, нейронные сети. Молекулярные провода на основе ДНК. Нанотехнология в медицине.

Раздел 3. Нанокристаллические материалы. Современное состояние исследований нанокристаллических материалов. Экспериментальные результаты по влиянию нанокристаллического состояния на микроструктуру и механические, теплофизические, оптические, магнитные свойства металлов, сплавов и твердофазных соединений. Основные методы получения изолированных наночастиц, ультрадисперсных порошков и компактных нанокристаллических материалов.

Раздел 4. Наноалмазы и родственные углеродные наноматериалы. Наночастицы углерода, полученные с помощью современных методов вычислительной квантовой теории и молекулярной динамики. Особенности атомной структуры, электронного строения, химической связи, факторов устойчивости, физико-химических свойств алмазоподобных наноаллотропов углерода и их материаловедческие перспективы.

**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):

– способности оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук (ОК-1);

– способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний. Непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОК-3);

– способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-10).

б) профессиональные (ПК):

– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (ПК-1);

– способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2);

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-3).

**Форма текущей аттестации:** Контрольные работы, домашние задания, устный опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет (5 семестр).



## Аннотации программ учебной и производственных практик

### Аннотация программы учебной практики

#### Учебная практика

#### 1. Цели учебной практики

Целями учебной 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 практики

Задачей учебной 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 практики

Общая трудоемкость учебной практики составляет 3 зачетных 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: -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 владеть культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
  - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);
  - способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12).
- профессиональные (ПК):
- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);
  - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2);
  - готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);
  - способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);
  - готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-21).

## **Аннотация программы производственной (технологической) практики**

### *Производственная (технологическая) практика*

#### **1. Цели производственной 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 практики**

Задачами производственной технологической практики являются изучение:

##### *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;

*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;

### **3. Время проведения производственной практики**

Сроки проведения практики: практика проводится в четвертом семестре после второго курса в июне-июле месяце. Продолжительность практики 2 недели (108 часов/3 зет).

### **4. Форма проведения производственной практики:**

заводская

### **5. Содержание производственной (технологической) практики**

Продолжительность производственной (технологической) практики 2 недели (108 часов/3 зет).

Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на производственной практике: технологии поверхностной обработки кристаллов: шлифовка; полировка; чистка пластин после механической обработки; контроль чистоты поверхности пластин; химическое травление; плазмохимическое травление; технологии легирования полупроводниковых структур: диффузионные процессы; методы контроля параметров примесных слоев; методы получения эпитаксиальных слоев; гетероэпитаксия кремния на диэлектрических подложках; ионное легирование; отжиг ионно-легированных структур; технологии методы получения металлических пленок; методы контроля параметров и испытаний изделий электронной техники; методика приборно-технологического проектирования изделий электронной техники.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике	Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу студентов (в часах)
1	Организационные мероприятия	Подготовка и получение пропусков, инструктажи по технике безопасности и др., получение спецодежды	9
2	Знакомство с предприятием	Обзорная лекция по тематике предприятия с рассмотрением технологии производства его основных типов изделий. Экскурсии по цехам и отделам.	9
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.	81
4	Заключительный этап	Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике. Защита отчета по практике.	9

## 6. Формы промежуточной аттестации

(по итогам производственной практики) – защита отчета с оценкой

## 7. Коды формируемых компетенций

В результате прохождения данной производственной практики обучающийся должен приобрести следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

общекультурные компетенции: ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-11, ОК-15;

профессиональные компетенции: ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16, ПК-17, ПК-18, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30, ПК-31, ПК-32;

дополнительные профессиональные компетенции, устанавливаемые вузом (ПСК): ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3.

## **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:

#### *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;

#### *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;

#### *научно-исследовательская деятельность:*

- математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;
- подготовка данных и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок;

#### *организационно-управленческая деятельность:*

- организация работы малых групп исполнителей;
- участие в разработке организационно-технической документации (графиков работы, инструкций, планов, смет) и установленной отчетности по утверждённым формам;
- выполнение работ по сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования, материалов.

### **3. Место производственной (проектно-конструкторской) практики в структуре ООП бакалавриата**

Производственная (проектно-конструкторская) практика базируется на следующих разделах учебного плана: гуманитарный, социальный и экономический цикл, математический и естественнонаучный цикл, профессиональный цикл, а также курсах, предшествующих прохождению данного вида практики: Экономическая теория, Экономика и организация производства, Иностранный язык (специальные виды перевода), Химия, Экология, Метрология, стандартизация и технические измерения, Технология материалов микро- и нанoeлектроники, Метрология, стандартизация и технические измерения, Материалы электронной техники.

Для прохождения производственной (проектно-конструкторской) практики студенты должны:

знать:

- основные химические понятия и законы;
- основы метрологии и средства измерения физических величин;
- физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и нанoeлектроники, физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы;

уметь:

- применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач.

В результате прохождения производственной (проектно-конструкторской) практики студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для освоения дисциплин профессионального цикла и дисциплин профильной подготовки Нанотехнология в электронике: Теория групп и тензорный анализ, Физические основы микро- и нанотехнологий, Технология материалов микро- и нанoeлектроники, Квантовая физика низкоразмерных систем, Компьютерное моделирование наносистем, а также выполнения выпускной квалификационной работы.

**4. Форма проведения производственной (проектно-конструкторской) практики:** лабораторная

**5. 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 210100.62 Электроника и нанoeлектроника.

Сроки проведения практики: практика проводится после 3 курса в июне-июле месяце; продолжительность практики 4 недели (216 часов/6 зет).

**6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной (проектно-конструкторской) практики**

В результате прохождения данной производственной (проектно-конструкторской) практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общекультурные и профессиональные компетенции:

общекультурные компетенции:

- способность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- способность стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);
- способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-7);
- способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);
- способностью владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15);

общефессиональными компетенциями:

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ПК-1);
- готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ПК-3);
- способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ПК-4);
- способностью владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ПК-5);
- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ПК-6);
- способностью владеть элементами начертательной геометрии и инженерной графики, применять современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ПК-7);

*компетенциями по видам деятельности:*

*проектно-конструкторская деятельность:*

- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (ПК-8);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);
- готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-10);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-11);
- готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12);

*производственно-технологическая деятельность:*

- готовностью внедрять результаты разработок в производство (ПК-13);
- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-14);
- способностью готовить документацию и участвовать в работе системы менеджмента качества на предприятии (ПК-15);
- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-16);
- способностью осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности (ПК-17);

*научно-исследовательская деятельность:*

- способностью собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники (ПК-18);
- способностью 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-19);
- способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-20);
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-21);
- способностью внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (ПК-22);

*организационно-управленческая деятельность:*

- способностью организовывать работу малых групп исполнителей (ПК-23);
- готовностью участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-24);
- способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-25);
- способностью владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений (ПК-26);

*организационно-управленческая деятельность:*

- способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники (ПК-27);
- готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-28);



*сервисно-эксплуатационная деятельность:*

- способностью к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования (ПК-29);
- готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт (ПК-30);
- способностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры (ПК-31);
- способностью разрабатывать инструкции по эксплуатации используемых технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала (ПК-32).

дополнительными профессиональными компетенциями, устанавливаемыми вузом (ПСК):

- способностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-1);
- способностью идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики и технологии изготовления электронных приборов и устройств интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-2);
- способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств интегральной электроники и нанoeлектроники (ПСК-3).

### **7. Структура и содержание производственной (проектно-конструкторской) практики**

Общая трудоемкость производственной (проектно-конструкторской) практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ 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	<b>Опрос с отметкой в журнале по ТБ</b>
2	Проектно-конструкторское проектирование компонентной базы микро- и нанoeлектроники в среде САПР Quartus и Cadence	Лекции по основам проектно-конструкторского проектирования компонентной базы микро- и нанoeлектроники в среде САПР Quartus и Cadence	18	опрос
		Освоение основных модулей проектно-конструкторского проектирования в среде САПР Quartus	18	проверка навыков работы
		Освоение основных модулей проектно-конструкторского проектирования в среде САПР Cadence	18	командные файлы
		Разработка проектов в среде САПР Quartus и Cadence	18	проекты

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике	Трудоёмкость (в часах), включая самостоятельную работу студентов (в часах)	Формы текущего контроля
		Исследование зависимостей электрофизических параметров и характеристик от топологических размеров компонентной базы микро- и нанoeлектроники	27	результаты исследований
3	Проектирование интегральных схем в САПР	Лекции по основам схемотехнического и топологического проектирования аналоговых и цифро-аналоговых интегральных схем в САПР.	18	опрос
		Схемотехническое моделирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем. Оптимизация параметров цифровой и аналоговой ячейки.	27	результаты моделирования
		Топологическое проектирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем. Верификация DRC и LVS. Экстракция паразитных параметров.	30	Результаты верификации
		Схемотехническое моделирование блоков цифровых и аналоговых интегральных схем с учетом паразитных параметров. Оформление результатов схемотехнического моделирования.	24	Результаты моделирования
4	Заключительный этап	Обработка и анализ результатов, подготовка отчета по практике. Защита отчета по практике	9	отчет

8. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на производственной (проектно-конструкторской) практике:

- методика конструкторско-топологического проектирования изделий электронной техники;
- компьютерные технологии конструкторско-топологического проектирования изделий электронной техники в среде САПР Quartus и Cadence;
- компьютерные технологии проектирования интегральных схем в среде САПР Quartus и Cadence.









Профессиональные компетенции, устанавливаемые вузом																										
ПСК-1	способность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий интегральной электроники+																									
ПСК-2	способность +идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики и технологии изготовления электронных приборов и устройств микроэлектроники																									
ПСК-3	способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники																									
ПСК-4	способность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий интегральной электроники+																									
Рекомендуемые оценочные средства	Виды аттестации	Формы оценочных средств																								
	Текущая по дисциплине	тестирование																								
		контрольная работа																								
		реферат																								
		лабораторные работы																								
		коллоквиум																								
		опрос																								
	Про-межу-точная по дисциплине	экзамен																								
		дифференцированный зачет																								
		зачет																								
ИГА																										















**Кадровое обеспечение**

## Кадровое обеспечение образовательного процесса

Привлечено 31 преподавателей  
*Всего*

Имеют ученую степень, ученое звание 28, из них  
докторов наук, профессоров 11;  
ведущих специалистов 3.

90.4% преподавателей имеют ученую степень, ученое звание; 9.6% преподавателей привлечены из числа ведущих специалистов, что соответствует требованиям стандарта.

Все преподаватели на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью.

### Библиотечно-информационное обеспечение

#### 7.1. Наличие учебной и учебно-методической литературы

№ п/п	Уровень, степень 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 210100.62 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%





7.2. Обеспечение образовательного процесса официальными, периодическими, справочно-библиографическими изданиями, научной литературой и электронно-библиотечной системой

№ п/п	Типы изданий	Количество наименований	Количество однотомных 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 «РУКОНТ» ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» ЭБС «Консультант студента»	

Всем обучающимся обеспечен доступ к электронно-библиотечной системе и электронному каталогу

## Приложение 8.

## 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 и организация производства	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 437
Иностранный язык	Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 231
Правоведение	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Социология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Экономическая теория	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 437
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
Основы речевого воздействия	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
Психология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
Политология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 239
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
Дифференциальные уравнения	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Физика	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Химия	Лаборатория общехимического практикума.. Лаборатория физической химии	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 116
Экология	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 436
Теория функций комплексного переменного	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
Интегральные уравнения и вариационное исчисление	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Методы математической физики	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 430
Специальный физический практикум по ПП приборам	Лаборатория СВЧ и МДП приборов: измерители характеристик п/п приборов Л2-56 (3 шт.), измерители RLC E7-12 (2 шт.), осциллографы С1-68 (3 шт.), источники питания 13PP30-30 (2 шт.), генераторы импульсов Г5-54 (2 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 224
Специальный физический практикум по физике полупроводников	Лаборатория СВЧ и МДП приборов: измерители характеристик п/п приборов Л2-56 (3 шт.), измерители RLC E7-12 (2 шт.), осциллографы С1-68 (3 шт.), источники питания 13PP30-30 (2 шт.), генераторы импульсов Г5-54 (2 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 224
Информатика и программирование	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146
Операционные системы и языки	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146
Численные методы	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Дополнительные главы математической физики	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Информационные технологии1	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146
Инженерная и компьютерная графика	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146
Теоретические основы электротехники	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	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138

	исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)	
Метрология, стандартизация и технические измерения	Лекционная аудитория: Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 21
Безопасность жизнедеятельности	Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218
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
Физика конденсированного состояния	Лекционная аудитория: Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 193
Физические основы электроники1	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
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
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
Схемотехника	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
Информационные технологии2	Лабораторные работы выполняются в компьютерном классе физического факультета, оснащенном 14-ю персональными компьютерами с установленным программным обеспечением (интегрированная среда программирования Free Pascal).	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 313а
Физические основы электроники2	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	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138

	сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)	
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
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
Кристаллография и кристаллофизика	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиян ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Элементы теории симметрии	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиян ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Принципы нанотехнологии	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	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	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
Физика полупроводников и полупроводниковых приборов	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
Методы диагностики и анализа микро- и наносистем	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиян ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радиян ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
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

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
Методы исследования и контроля полупроводников	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
Физика и применение синхротронного излучения	Лаборатория рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа: рентгеновский спектрометр-монохроматор РСМ-500, рентгеновский дифрактометр Радан ДР-023, рентгеновский дифрактометр ДРОН – 4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев.	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 25
Теоретические основы микросхемотехники	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Основы проектирования микросистем	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
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
Проектирование ПЛИС и 3D СБИС	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Интегральная оптика и оптоэлектроника	лаборатория учебного практикума изучения оптических свойств материалов и структур (5 стендов);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 24
Сенсоры измерительно-информационных систем	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
Бионанoeлектроника	Общий и специальный лабораторный практикум. 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
Учебная практика	Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования: компьютеры Pentium Intel Core Duo (8 шт.);	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 19
Производственная (технологическая) практика	Лаборатории и опытное производство ОАО НИИЭТ	Г.Воронеж, ул. Старых Большевиков, 5
Производственная (проектно-конструкторская) практика	Лаборатории и опытное производство ОАО КТЦ «Электроника»	Г.Воронеж, Ленинский проспект, 119,а