

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Утверждаю:

Ректор

А.Д. Гуляков

« 1 » сентября 2014

Номер внутривузовской регистрации

050-ЕЮ

ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

(с изменениями от « 20 » апреля 2015 г.)

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки

«Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Пенза , 2014

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Основная профессиональная образовательная программа (ОПОП) высшего образования, реализуемая Пензенским государственным университетом по направлению подготовки бакалавриата 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»

1.2. Нормативные документы для разработки ОПОП по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»

1.3. Общая характеристика вузовской основной образовательной программы высшего образования по направлению профессиональной подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника, Профиль подготовки «Нанотехнология технология микроэлектронных устройств»

1.4 Требования к абитуриенту основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»

### **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

2.1. Область профессиональной деятельности выпускника

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника

2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств», ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДАННОЙ ОПОП ВО**

### **4. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

4.1. Календарный учебный график

4.2. Учебный план подготовки

4.3. Рабочие программы учебных дисциплин

4.4. Программы учебной и производственной практик

### **5. ФАКТИЧЕСКОЕ РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» В ПЕНЗЕНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

5.1 Кадровое обеспечение реализации ОПОП

5.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение образовательного процесса при реализации ОПОП

5.3 Материально-техническое обеспечение образовательного процесса в вузе при реализации ОПОП

5.4 Объем средств на реализацию данной ОПОП ВО

**6. ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ВУЗА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**7. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

7.1 Матрица соответствия компетенций, формирующих их составных частей ОПОП и оценочных средств

7.2. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

7.3. Государственная итоговая аттестация выпускников ОПОП бакалавриата.

**8. ДРУГИЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**ПРИЛОЖЕНИЯ:**

Приложение 1 – Календарный учебный график по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.

Приложение 2 – Учебный план по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.

Приложение 3 – Рабочие программы учебных дисциплин по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств». для лиц, поступивших в 2014 г.

Приложение 4 – Программа учебной практики по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.

Приложение 5 – Программы производственных практик по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.

Приложение 6 – Матрица соответствия компетенций, формирующих их составных частей ОПОП ВО и оценочных средств для лиц, поступивших в 2014 г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1. Основная профессиональная образовательная программа (ОПОП) высшего образования, реализуемая Пензенским государственным университетом по направлению подготовки бакалавриата 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

ОПОП ВО представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную высшим учебным заведением с учетом требований регионального рынка труда на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по соответствующему направлению подготовки, с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы.

ОПОП ВО регламентирует комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и технологий реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, календарный учебный график, рабочие программы учебных предметов, дисциплин (модулей), программы учебной и производственной практики и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также оценочные и методические материалы.

**1.2 Нормативные документы для разработки ОПОП бакалавриата по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

Нормативную правовую базу разработки ОПОП составляют:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 218;
- Нормативно-методические документы Минобрнауки России;
- Примерная основная образовательная программа (ПрОПОП ВО) по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника», разработанная Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области электроники и нанoeлектроники, утвержденная Ректором ГОУ ВПО СПбГТУ (ЛЭТИ) «06» апреля 2010 г. (носит рекомендательный характер);
- Устав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет».

**1.3. Общая характеристика вузовской ОПОП ВО по направлению профессиональной подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**1.3.1. Цель (миссия) ОПОП** по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профилю подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» - 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. Выпускники должны быть способны интегрироваться в современное промышленно-экономическое пространство и быть готовыми выполнять работу в областях своей профессиональной деятельности.

В области воспитания общими целями ОПОП бакалавриата является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, умения работать в коллективе, коммуникабельности, толерантности, повышение их общей культуры.

### ***1.3.2. Срок получения образования по программе бакалавриата:***

- в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года. Объем программы бакалавриата в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.;
- при обучении по индивидуальному учебному плану, вне зависимости от формы обучения, составляет не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения, а при обучении по индивидуальному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья может быть увеличен по их желанию не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения. Объем программы бакалавриата за один учебный год при обучении по индивидуальному плану вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.

### ***1.3.3. Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц.***

## **1.4. Требования к абитуриенту ОПОП ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профилю подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств».**

Абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем общем образовании.

Для поступающих на первый курс университета ректором на основании решения Учёного совета утверждается Перечень вступительных испытаний для поступающих на обучение по программам бакалавриата, в соответствии приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1204 «Об утверждении перечня вступительных испытаний при приеме на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата». По одному общеобразовательному предмету проводится одно общеобразовательное вступительное испытание. В качестве результатов общеобразовательных вступительных испытаний признаются результаты ЕГЭ, либо указанные вступительные испытания проводятся университетом самостоятельно в соответствии с действующими Правилами приема. Для общеобразовательного вступительного испытания минимальное количество баллов ЕГЭ устанавливается приказом ректора университета самостоятельно, если оно не установлено учредителем Университета. Указанное минимальное количество баллов не может быть ниже количества баллов ЕГЭ, необходимого для поступления на обучение по программам бакалавриата и установленного федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере образования.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**2.1. Область профессиональной деятельности выпускника включает:** совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных 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.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника:**

Объектами профессиональной деятельности бакалавров 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:**

- производственно-технологическая;
- монтажно-наладочная;
- сервисно-эксплуатационная.

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

#### **а) 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;

#### **б) 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 нанoeлектроники;
- участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники;

#### **в) 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 заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств», ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДАННОЙ ОПОП ВО**

Результаты освоения ОПОП по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ОПОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

### **а) общекультурными (ОК):**

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

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

**б) общепрофессиональными (ОПК):**

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4);
- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);
- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- способностью использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8);
- способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9).

**в) профессиональными (ПК), соответствующими видам профессиональной деятельности:**

- для производственно-технологической деятельности:
  - способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);
  - готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-9);

- для монтажно-наладочной деятельности:
  - 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-13);
  - готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-14);
- для сервисно-эксплуатационной деятельности:
  - способностью к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования (ПК-15);
  - готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт (ПК-16);
  - способностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры (ПК-17);
  - способностью разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения (ПК-18).
- г) профильно-специализированными (ПСК):
  - способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники (ПСК-1);
  - готовностью принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники (ПСК-2);
  - способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники (ПСК-3).

#### **4. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

В соответствии со Статьей 2 Федерального закона Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и ФГОС ВО по данному направлению подготовки содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ОПОП ВО регламентируется учебным планом, календарным учебным графиком, рабочими программами учебных дисциплин (модулей), программами учебных и производственных практик, другими материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся, а также оценочными и методическими материалами.

##### **4.1. Календарный учебный график.**

Календарный учебный график включает в себя 208 недель, из которых – 128 недель теоретического обучения, 24 недели экзаменационной сессии, 16 недель практик, ГИА – 4 недели, 36 недель каникул.

Календарный учебный график приведен в Приложении 1.

##### **4.2. Учебный план подготовки**

Учебный план включает в себя: блок Б.1 – 210 з.е. (базовая часть Б.1.1 – 114 з.е., вариативная часть Б.1.2 – 96 з.е.); блок практик Б.2 – 24 з.е.; блок государственной итоговой аттестации Б.3 – 6 з.е.; экзаменов – 24, зачетов – 55, курсовых работ (проектов) – 11.

Учебный план подготовки приведен в Приложении 2.

##### **4.3. Рабочие программы учебных дисциплин**

Всего учебных дисциплин – 50, из них по выбору студента – 12.

Рабочие программы учебных дисциплин приведены в Приложении 3.

#### **4.4. Программы учебной и производственной практик**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», блок основной образовательной программы «Практики» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практики закрепляют знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывают практические навыки и способствуют комплексному формированию общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся.

Для прохождения практик заключены долгосрочные договора с ведущими профильными предприятиями г. Пензы.

##### **4.4.1. Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности**

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности реализуется во 2 семестре в течение 2-х недель, ее трудоемкость – 3 з.е.

Реализуется на кафедре.

Программа учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» приведена в Приложении 4.

##### **4.4.2. Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности реализуется в 4 семестре в течение 2-х недель, (трудоемкость 3 з.е.). Практика проводится на профильных предприятиях г. Пензы и Пензенской области. Основные задачи производственной практики бакалавров ориентированы на конкретный вид профессиональной деятельности, к которому готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

Программа производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» приведена в Приложении 5.

##### **4.4.3. Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием**

Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием реализуется в 6 семестре в течение 4-х недель, (трудоемкость 6 з.е.). Организация практик проводится на профильных предприятиях г. Пензы и Пензенской области. Целью производственно-технологической практики является формирование у выпускника бакалавриата системы профессиональных умений и навыков в области профессиональной деятельности. Производственно-технологическая практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся, приобретение ими компетенций, практического умения, навыков в сфере профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектро-

ника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» приведена в Приложении 5.

#### **4.4.4. Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков работы в качестве инженера-технолога**

Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков работы в качестве инженера-технолога реализуется в 8 семестре в течение 4-х недель, (трудоемкость 6 з.е.). Организация практик проводится на профильных предприятиях г. Пензы и Пензенской области.

Целью технологической практики, направленной на получение первичных навыков работы в качестве инженера-технолога является формирование у выпускника бакалавриата системы профессиональных умений и навыков в области профессиональной деятельности.

Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков работы в качестве инженера-технолога является обязательным разделом основной профессиональной образовательной программы бакалавриата. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся, приобретение ими компетенций, практического умения, навыков в сфере профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника.

Основные задачи технологической практики бакалавров ориентированы на конкретный вид профессиональной деятельности, к которому готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации.

Программа технологической практики, направленной на получение первичных навыков работы в качестве инженера-технолога по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» приведена в Приложении 5.

#### **4.4.5. Преддипломная практика**

Преддипломная практика проводится на факультете приборостроения, информационных технологий и электроники Пензенского государственного университета кафедрой «Нано- и микроэлектроника» на предприятиях целевой подготовки в 8-ом семестре в течение 4-х недель, (трудоемкость 6 з.е.). Основной целью проведения преддипломной практики является подготовка к выполнению ВКР и успешное прохождение ГИА.

Программа преддипломной практики по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» приведена в Приложении 5.

### **5. ФАКТИЧЕСКОЕ РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» В ПЕНЗЕНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Ресурсное обеспечение ОПОП формируется на основе требований к условиям реализации основных образовательных программ, определяемых ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

#### **5.1 Кадровое обеспечения реализации ОПОП**

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, составляет не менее 70 процентов.

Доля научно-педагогических работников имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, составляет не менее 50 процентов.

Доля работников из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет), в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата составляет не менее 10 процентов.

К образовательному процессу привлекаются преподаватели из числа ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений: АО НИИФИ, АО «НПП «Рубин»», ФБУ «Пензенский ЦСМ», филиал ФБУ «ФУ БХУХО» (в/ч 21222).

## **5.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса при реализации ОПОП**

Основная образовательная программа обеспечивается наличием учебно-методической документацией и материалами (учебно-методическими комплексами) по всем учебным дисциплинам основной образовательной программы.

Внеаудиторная работа студентов сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение. Во всех учебно-методических комплексах существуют специальные разделы, содержащие рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета в среднем 630 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и в среднем 351 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Библиотечный фонд ПГУ включает следующие ведущие отечественные журналы в бумажном и полнотекстовом электронном виде по профессиональному циклу дисциплин:

1. Нано- и микросистемная техника;
2. Известия вузов. Серия. Электроника;
3. Реферативный журнал. Физика;
4. Известия вузов. Серия. Физика;
5. Физика и техника полупроводников;
6. Физика твердого тела;
7. Кристаллография;
8. Известия вузов. Серия. «Материалы электронной техники».

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде организации. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" на территории организации, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда ПГУ обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям
- электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;

- взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Студентам обеспечена возможность свободного доступа к фондам учебно-методической документации и интернет - ресурсам открытого доступа. Все студенты имеют возможность пользоваться следующими ЭБС:

1. Электронно-библиотечной системой издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС федеральных образовательных порталов: [http://window/library](http://window.library);
3. материалами сайта ПГУ (раздел «Электронные ресурсы») <http://www.pnzgu.ru/>;
- научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
- единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>;
- федеральный центр информационно-образовательных ресурсов: <http://fcior.edu.ru/>;
4. материалами сайта кафедры «НиМЭ»: <http://micro.pnzgu.ru/>.

### **5.3 Материально-техническое обеспечение образовательного процесса в вузе при реализации ОПОП**

Для организации учебно-воспитательного процесса по данной ОПОП ВО университет располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Материально-техническое обеспечение включает:

- 1 специально оборудованных лекционных аудиторий которые оборудованы мультимедийными демонстрационными комплексами;
- 5 учебных и специализированных лабораторий;
- 1 компьютерный класс;
- специализированную кафедральную библиотеку.

Каждый обучающийся, во время самостоятельной подготовки, обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Для организации учебно-воспитательного процесса по данной ОПОП ВО университет располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

| Номер аудитории | Назначение                       | Площадь, кв.м. | Основное оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|----------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8-604           | Лаборатория вакуумных технологий | 36             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка вакуумного напыления УВН-71ПЗ</li> <li>2. Установка вакуумного напыления УВН-76ПЗ</li> <li>3. Лабораторный стенд «Формирование тонкопленочных резисторов методом магнетронного распыления»</li> <li>4. Лабораторный стенд «Формирование тонкопленочных резисторов методом термического испарения в вакууме»</li> <li>5. Установка для определения основных параметров тонких пленок</li> <li>6. Лабораторный стенд «Разделение пластин и подложек методом скрайбирования алмазным резцом»</li> <li>7. Лабораторный стенд «Изучение мето-</li> </ol> |

|       |                         |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|-------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                         |    | <div>дов микроконтактирования»</div> <div>8. Лабораторный стенд «Исследование процессов откачки вакуумных напылительных установок»</div> <div>9. Лабораторный стенд «Исследование температурных характеристик резисторов»</div> <div>10. Лабораторный стенд «Ознакомление с устройством вакуумной напылительной установки»</div> <div>11. Вакуумметр ВИТ-22А</div> <div>12. В/метр В7-22А</div> <div>13. Измеритель Е7-12</div> <div>14. Установка прочности соединений ГГ-2072</div> <div>15. П/автомат скрайбирования «Алмаз»</div> <div>16. Насос Н-100</div> <div>17. ПОН-2</div> <div>18. Блок питания Б5-44</div> <div>19. Блок питания Б5-49</div> <div>20. Осциллограф С1-67</div> <div>21. Генератор АЧХ-Х1-42</div> <div>22. Генератор Г3-121</div> <div>23. В/метр В7-26</div> <div>24. В/М Ф203</div>                                                                                                       |
| 8-605 | Лаборатория электроники | 50 | <div>1 Лабораторный стенд для исследования диодов и биполярных транзисторов – 4 шт.</div> <div>2 Лабораторный стенд для исследования полевых транзисторов – 4 шт.</div> <div>3 Лабораторный стенд для исследования параметров ОУ и ЦИМС – 4 шт.</div> <div>4 Лабораторный стенд для исследования элементов ЦИС – 4 шт.</div> <div>5 Блок питания Б5-49</div> <div>6 Блок питания Б5-44</div> <div>7 Блок питания Б5-43</div> <div>8 Блок питания Б5-47</div> <div>9 Блок питания Б5-45- 2 шт.</div> <div>10 В/метр Ф-203</div> <div>11 В/метр В7-26- 2 шт.</div> <div>12 В/метр В7-16А</div> <div>13 Генератор Г5-54-2 шт.</div> <div>14 Генератор Г3-109- 2 шт.</div> <div>15 Генератор Г3-112- 2 шт</div> <div>16 Осциллограф С1-94- 4 шт</div> <div>17 Частотомер ЧЗ-34</div> <div>18 Самописец (ЯМР)</div> <div>19 Термостат (ЯМР)</div> <div>20 Воздушный насос (ЯМР)</div> <div>21 Электромагнитная система</div> |
| 8-607 | Лаборатория основ       | 72 | 1 Стенд для исследования свойств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | микроэлектроники | <p>проводников в широком диапазоне температур.</p> <p>2 Стенд для исследования электропроводности полупроводников в широком диапазоне температур.</p> <p>3 Стенд для исследования электрофизических свойств полупроводников методом эффекта Холла.</p> <p>4 Стенд для исследования волоконно-оптического канала передачи сигнала.</p> <p>5 Стенд для исследования электропроводности вакуума</p> <p>6 Стенд для изучения процесса изготовления ОПП субтрактивным методом с фоторезистом.</p> <p>7 Стенд для изучения методов и технологий изготовления фотошаблонов для производства печатных плат.</p> <p>8 Стенд для исследования взаимной индукции.</p> <p>9 Стенд для исследования явления гистерезиса.</p> <p>10 Стенд для исследования биполярных транзисторов.</p> <p>11 Стенд для исследования характеристик цифровых микросхем (ДТЛ – элемент).</p> <p>12 Стенд для исследования характеристик цифровых микросхем (ТТЛ – элемент).</p> <p>13 Стенд для исследования характеристик цифровых микросхем (ЭСЛ – элемент).</p> <p>14 Стенд для исследования удельного заряда электрона.</p> <p>15 Стенд для изучения ГИС.</p> <p>16 Стенд для демонстрации эффекта Холла.</p> <p>17 Стенд для исследования магнитного поля в соленойде.</p> <p>18 Стенд для изучения процесса изготовления ДПП позитивным методом с металлорезистом олово-свинец.</p> <p>19 Стенд для исследования характеристик операционного усилителя</p> <p>20 Стенд для изучения процесса изготовления МПП позитивным методом с металлорезистом олово-свинец.</p> <p>21 Стенд для исследования излучающих диодов.</p> <p>22 Стенд для исследования фототранзисторов.</p> |
|--|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                   |                                                        |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                                        |      | 23 Стенд для исследования оптопар.<br>24 Стенд для исследования газоразрядных индикаторов.<br>25 Стенд для демонстрации свето-, и фотодиодов.<br>26 Стенд для исследования и демонстрации опытов по дифракции.<br>27 Измеритель добротности Е4-4<br>28 Омметр Р380<br>29 Осциллограф С1-74<br>30 Микроскоп МБС-9 – 2 шт<br>31 Насос НВР 5ДМ – 2 шт.<br>32 В/метр В7-16А<br>33 Насос Н-250<br>34 Оборудования для лаборатории ФПЭ<br>35 Типовой комплект оборудования ФДСВ<br>36 Учебный комплекс по изготовлению ПП ЛКТПП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8-224в,<br>8-224б | Лаборатория материалов и элементов электронной техники | 72,6 | 1. Лабораторные стенды:<br>✓ Электрические свойства проводниковых материалов<br>✓ Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери в твердых диэлектриках на высоких частотах<br>✓ Исследование свойств магнитномягких материалов<br>✓ Исследование свойств сегнетоэлектриков<br>✓ Электропроводность пассивных диэлектриков<br>✓ Температурные зависимости относительной диэлектрической проницаемости линейных и нелинейных диэлектриков<br>✓ Исследование влияния технологических режимов изготовления тонкопленочных резисторов на их основные характеристики<br>✓ Исследование нелинейных полупроводниковых резисторов на примере варисторов и терморезисторов<br>✓ Рентгеноспектральный анализ химического состава пассивных и активных диэлектриков<br>✓ Влияние рентгеновского излучения на электрофизические характеристики твердых диэлектриков<br>✓ Электрический пробой газов<br>✓ Электрический пробой твердых диэлектриков<br>✓ Фазовые диаграммы состояния ме- |

|                |                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                                                    |      | <p>таллических сплавов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Контактные явления при соединении разнородных металлов</li> <li>✓ Термографический анализ состава сплавов</li> <li>✓ Резисторы постоянного сопротивления</li> <li>✓ Конденсаторы постоянной емкости</li> <li>✓ Трансформаторы</li> <li>✓ Линии задержки</li> <li>✓ Конденсаторы переменной емкости</li> </ul> <p>2. Осциллограф С1-65А<br/>3. Вольтметр В3-33<br/>4. Изм. добротности Е7-5А-3 шт.<br/>5. Гальванометр М95/2<br/>6. Измеритель емкости Е12</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8-224а, 8-107а | Лаборатория микро-электронных и информационных технологий, материаловедения и устройств функциональной электроники | 64,7 | <p>1. Учебно-исследовательский комплекс «Твердотельная электроника»<br/>2. Учебно-исследовательский комплекс «Физическая электроника» – 2 шт.<br/>3. Учебно-исследовательский комплекс «Нанотехнология и технология микро-электронных устройств» – 2 шт.<br/>4. Учебно-исследовательский комплекс «Материаловедение» – 2 шт.<br/>5. Установка для исследования свойств сегнетоэлектриков – 2 шт.<br/>6. Установка для исследования свойств магнитных материалов - 1 шт.<br/>7. Установка для исследования характеристик биполярных структур - 1 шт.<br/>8. Установка исследования свойств проводниковых материалов - 2 шт.<br/>9. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования свойств твердых тел методом эффекта Холла.- 1 шт.<br/>10. Рентгеновский флуоресцентный анализатор ФРА 20Р<br/>11. Лазерная установка «Квант»<br/>12. Стенд для исследования сегнето-электриков 2 шт.<br/>13. Стенд для исследования биполярных структур – 2 шт.<br/>14. Стенд для исследования свойств магнитных материалов – 2 шт.<br/>15. Компьютер – 25 шт.<br/>16. Принтер – 8 шт.<br/>17. Дозиметр ДРГЗ-02<br/>18. Сканер ручной цветной<br/>19. Осциллограф С1-93<br/>20. Осциллограф С1-94 – 2 шт.<br/>21. Осциллограф С1-112</p> |

|                 |                                                                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|----------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                |            | 22. Осциллограф С1-55<br>23. Блок питания Б5-48<br>24. Блок питания Б5-46 – 2 шт.<br>25. Генератор Г3-111<br>26. Генератор Г6-27<br>27. Генератор Г3-112 Б<br>28. Вольтметр В7-16А<br>29. Осциллограф С1-9<br>30. Измеритель Е7-12- 2 шт.<br>31. Магазин Р 32<br>32. Микроскоп ОГМЭ-П2<br>33. Прибор АРМ<br>34. Плоттер<br>35. Частотомер ЧЗ-54<br>36. Сканер HDD                                                                                                            |
| 8-1076          | Лаборатория микро-скопии                                       | 8,8        | 1. Микроскоп РВ-21<br>2. Микроскоп ЛВ-31<br>3. Туннельный микроскоп<br>4. Атомно-силовой микроскоп.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8-218           | Учебная аудитория для проведения занятий по иностранному языку | 65         | 1. Мультимедийные средства обучения (проектор, экран, ноутбук).<br>2. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет и доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.<br>3. Парты, стол преподавательский, стулья, доска.                                                                                                                                                                                                           |
| 9-109;<br>9-110 | Читальный зал электронный библиотеки ПГУ                       | 108;<br>57 | 1. Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска.<br>2. Компьютеры с возможностью доступа к правовым системам «ГАРАНТ», «КонсультантПлюс».                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8-505           | Лаборатория «Механика и молекулярная физика»                   | 67         | Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска. Лаб. стенд УЛС-2-01 Баллистический маятник Машина Атвуда Маятник Обербека.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8-506           | Лаборатория «Электричество и магнетизм»                        | 67         | 1. Ручной насос;<br>2. Резервуар;<br>3. Бюретка с делениями;<br>4. Труба Галилея.<br>5. Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска.<br>6. Осциллограф С1-54;<br>7. Звуковой генератор;<br>8. Крутильный маятник;<br>9. Вольтметр ВК7-9, вольтметр Ф-5053, вольтметр В7-22;<br>10. Гальванометр;<br>11. Эталонный конденсатор;<br>12. Амперметр Ф-533, амперметр Т-26М, миллиамперметр М-45, ампер- вольтметр АВО-М, магазин сопротивлений МСР-60; |

|       |                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                  |      | 13. Мост Уитстона;<br>14. Тангенс – гальванометр;<br>15. Магнетрон.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8-507 | Лаборатория «Оптика и биофизика» | 67   | 1. Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска;<br>2. Микроскоп МПД-1;<br>3. Источник света ОИ-19;<br>4. Лазер ЛГН-105;<br>5. Оптическая скамья;<br>6. Дифракционная решетка;<br>7. Оптический пирометр ОППИР-09;<br>8. Амперметр Ф-533;<br>9. Вольтметр ВК7-9;<br>10. Фотоэлемент;<br>11. Монохроматор УМ-2;<br>12. Поляризатор;<br>13. Анализатор.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8-405 | Лаборатория «Химия»              | 36   | Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья – 18 шт., доска – 1 шт., стол стеклянный для проведения лаб. работ – 6 шт., мойка – 2шт., шкаф для хим. реактивов – 4 шт., шкаф вытяжной – 1 шт., экран – 1 шт., мультимедийный проеcтор.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8-301 | Лаборатория «БЖД»                | 47,5 | 1. Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска.<br>2. Стенды лабораторные:<br>- стенд для исследования микроклимата на рабочем месте;<br>стенд для исследования сопротивления изоляции;<br>- стенд для исследования уровня звука на рабочем месте;<br>- стенд для расчета сопротивления заземляющего устройства;<br>- стенд лабораторный для исследования освещенности настольный в составе: набор ламп, люксметр-пульсметр;<br>- стенд лабораторный для исследования вибрации в составе: вибростенд, подставка под вибростенд, вибростол, ящик с виброзащитными модулями, объект виброизоляции, генератор низкочастотных сигналов, измеритель шума и вибрации ВШВ-005-М2, прибор для измерения вибрации;<br>- стенд лабораторный для исследования уровня звука и звукоизоляции настольный в составе: измеритель шума ВШВ – 003, микрофон;<br>- стенд лабораторный для исследования сопротивления изоляции и устройства защитного отключения стенд лабораторный для оценки эффективности защитного заземления и зануления настольный; |

|                                        |                                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------|---------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                 |     | <p>- стенд лабораторный для исследования защиты от теплового излучения в составе: стол лабораторный с наклеенной линейкой и кронштейнами для крепления сменных экранов, бытовой электрокамин, бытовой, пылесос, индикаторный блок, набор сменных экранов (4 шт.), кронштейн для крепления, измерительной головки индикаторного блока</p> <p>-стенд для исследования сверхвысокочастотного излучения в составе: стол лабораторный с наклеенным координатным полем и кронштейнами для крепления сменных экранов; СВЧ печь «Плутон», мультиметр МЗ900; измеритель плотности потока ПЗ-19, стойка для крепления двух датчиков ПЗ-19.</p> <p>Люксметр Ю-116</p> <p>Мегомметр М4100/3</p> <p>Магнитофон, динамик</p> <p>3. Набор для проведения тестирования на профпригодность: фишки (5 штук в подставке из оргстекла);кубики для проведения теста «КубЛинка» (27 штук в подставке из оргстекла);набор из листов с тестом «Кольца Ландольта» (5 листов).</p> |
| 7а-103                                 | Лаборатория «Электро-техника    | 65  | <p>1. Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска.</p> <p>2. Милливольтметр ВЗ-38;</p> <p>3. Генератор ГЗ-109;</p> <p>4. Генератор ГЗ-111;</p> <p>5. Осциллограф АСК- 1021;</p> <p>6. Источник питания «Марс»;</p> <p>7. Лабораторные стенды - 10 штук.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Спортзал для легкой атлетики, ауд.101  | Зал для игровых видов спорта    | 641 | Стойка волейбольная, щит баскетбольный, щит баскетбольный тренировочный, сетка волейбольная вышка судейская, мяч волейбольный, мяч баскетбольный, электронное табло, аудиотехника.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Спортзал для легкой атлетики, ауд. 202 | Зал для аэробики                | 151 | Зеркальная стена, коврики, аудиотехника                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Спортзал для легкой атлетики, ауд.301  | Помещение для занятий шахматами | 33  | Шахматы и шахматные доски, часы шахматные.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Спортивный зал для тяжё-               | Тренажерный зал                 | 130 | Тренажёры, подставка для штанги, гриф, штанги, диски, гантели, гири, шведская стенка, стеллаж для дисков, весы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                       |                                  |     |                                                   |
|-----------------------|----------------------------------|-----|---------------------------------------------------|
| лой атлетиче-<br>тики |                                  |     |                                                   |
| Лыжная база           | Помещение для хранения инвентаря | 116 | Лыжи, лыжные ботинки и палки.                     |
| 14 корп.              | Бассейн                          | 375 | Дорожки для плавания 25 м, вышка для прыжков 5 м. |

## **6. ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ВУЗА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ОПОП ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

### **6.1 Характеристики среды, важные для воспитания личности и позволяющие формировать общекультурные компетенции.**

– Среда, построенная на общечеловеческих ценностях и нравственных устоях современного общества, определяющая общекультурные компетенции будущего выпускника.

– Правовая среда, где в полной мере действуют: Конституция РФ, законы и подзаконные нормативные акты, регламентирующие образовательную деятельность и работу с молодежью, Устав университета и Правила внутреннего распорядка; которая формирует готовность будущего выпускника использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности и проводить работу по формированию правовой культуры у обучающихся.

– Высокоинтеллектуальная среда, содействующая развитию научного потенциала студентов и повышению интереса к научному творчеству в различных отраслях промышленности.

– Среда высокой коммуникативной культуры, толерантного диалогового взаимодействия студентов, студентов и преподавателей, студентов и сотрудников университета; позволяющая моделировать взаимодействие будущего выпускника в процессе обучения и воспитания, а также формировать готовность к использованию принципов толерантности, диалога и сотрудничества в процессе взаимодействия с участниками образовательного процесса.

– Гуманитарная среда, поддерживаемая современными информационно-коммуникационными технологиями, позволяющая формировать высокий уровень ИКТ-компетентности и информационную культуру, адекватные требованиям, предъявляемым к современному выпускнику.

– Среда, открытая к сотрудничеству с работодателями, с различными социальными партнерами, в том числе с зарубежными, и позволяющая использовать новые формы социального партнерства.

– Среда, обладающая высоким воспитательным потенциалом и ориентированная на психологическую комфортность, здоровый образ жизни, культивирование корпоративных ценностей; формирующая у будущего выпускника опыт создания современной социокультурной среды образовательного учреждения.

### **6.2 Задачи воспитательной деятельности, решаемые в ОПОП:**

- приобщение к общечеловеческим ценностям, таким как Родина, личность, семья, свобода, справедливость,
- создание условий для успешной социализации молодежи,

- воспитание личностных качеств, необходимых для успешной самореализации в роли молодого специалиста: профессионализма, дисциплинированности, ответственности, организаторских и творческих способностей; социальной и инновационной активности, коммуникабельности и толерантности,
- содействие эффективной профориентации молодежи (внедрение современных технологий карьерного роста, сохранение и развитие мотивации личностного роста, подготовка специалиста, конкурентоспособного на современном рынке труда),
- формирование у студентов российской идентичности и профилактика межэтнических и межконфессиональных конфликтов,
- выявление и развитие творческих способностей студентов,
- развитие добровольчества в студенческой среде.

### 6.3 Основные направления деятельности студентов

| Приоритетные                                           | Рекомендуемые                         | По выбору           |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| культурно-массовая работа                              | спорт                                 | волонтерство        |
| проектная деятельность                                 | студенческое самоуправление           | тьюторство          |
| социальная работа и профилактика девиантного поведения | гражданско-патриотическое направление | предпринимательство |

### 6.4 Основные студенческие сообщества/объединения на факультете

| Курс        | Студенческие сообщества/объединения                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 курс      | Академической группы, студенческий профсоюзный комитет                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2 курс      | Академической группы, студенческий профсоюзный комитет, Проектные сообщества (научные кружки, конструкторские бюро)                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 курс      | Академической группы, студенческий профсоюзный комитет, Проектные сообщества (научные кружки, конструкторские бюро)                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 курс      | Академической группы, студенческий профсоюзный комитет, Проектные сообщества (научные кружки, конструкторские бюро)                                                                                                                                                                                                                     |
| Межкурсовые | Студенческое самоуправление<br>Студенческий профсоюзный комитет<br>Студенческое научное общество<br>Факультетское волонтерское движение<br>Спортивные команды (баскетбольная, футбольная, шахматная команды, команда по пулевой стрельбе)<br>Команда КВН<br>Танцевальная группа факультета<br>Факультетский студенческий отряд «Рекорд» |

### 6.5 Проекты воспитательной деятельности по направлениям

| Приоритетные              |         |                                                                                    |                                                                               |                                  |                      |
|---------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Направление               | Курс(ы) | Проекты ВД                                                                         | Формы                                                                         | Технологии                       | Компетенции          |
| культурно-массовая работа | 1       | Торжественное посвящение в студенты                                                | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия | Культуровоспитывающая технология | ОК-1, 2, 6, 7        |
|                           | 1-4     | Вечер факультета «День ФПИТЭ» и вечера специальностей                              | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия | Культуровоспитывающая технология | ОК-1, 2, 3, 4, 6, 7  |
|                           | 1-4     | Участие в мероприятиях Вузовского, городского, Российского и международного уровня | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия | Культуровоспитывающая технология | ОК-1, 2, 3, 4, 6, 7, |
| проектная дея-            | 3-4     | Участие в научных                                                                  | творческие научные                                                            | Технология индиви-               | ОК-1, 2, 3,          |

|                                                        |     |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                 |                  |
|--------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| тельность                                              |     | конкурсах, выставках, конференциях, форумах, проектах молодежи, организованных управлением научных исследований               | объединения (студенческие научные кружки, конструкторские бюро и т.п.); научно-практические конференции, семинары-совещания, информационные конференции                    | дуализации обучения; Технология исследовательского обучения; Технология проектной деятельности                  | 4, 5, 6          |
|                                                        | 1-4 | Мероприятия, приуроченные к международному Дню науки                                                                          | творческие научные объединения (студенческие научные кружки, конструкторские бюро и т.п.); научно-практические конференции, семинары-совещания, информационные конференции | Технология индивидуализации обучения; Технология исследовательского обучения; Технология проектной деятельности | ОК-1, 2, 3       |
| социальная работа и профилактика девиантного поведения | 1-4 | Туристические походы студентов ФПИТЭ                                                                                          | Концерты, конкурсы, обсуждения                                                                                                                                             | Критического мышления; Технология индивидуализации обучения                                                     | ОК-1, 2, 3, 9    |
|                                                        | 1-4 | Вечер факультета «День ФПИТЭ»                                                                                                 | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия                                                                                              | Культуровоспитывающая технология                                                                                | ОК-1, 2, 3, 6    |
|                                                        | 2-4 | Организация строительных и педагогических отрядов из числа студентов факультета                                               | Информационная работа; оформление документов; Заседания комиссий; творческие объединения, студенческие общественные организации                                            | Культуровоспитывающая технология; Групповые технологии                                                          | ОК-1, 2, 3, 9    |
|                                                        | 1-4 | Конкурс «Лучшая академическая группа факультета»                                                                              | Информационная работа; оформление документов; Заседания комиссий                                                                                                           | Групповые технологии                                                                                            | ОК-1, 2, 3, 6, 7 |
|                                                        | 1-4 | Работа профилактической и стипендиальной комиссии факультета                                                                  | Информационная работа; оформление документов; Заседания комиссий                                                                                                           | Культуровоспитывающая технология; Групповые технологии                                                          | ОК-1, 2          |
|                                                        | 1-4 | Собрания в студенческих группах и общежитиях студгородка по вопросам ПБ, профилактики табакокурения, алкоголизма и наркомании | Кураторские часы; Собрания в группах; деятельность органов студенческого самоуправления, вовлечённых в организацию учебной, бытовой и досуговой деятельности студентов     | Культуровоспитывающая технология                                                                                | ОК-1, 2, 3       |

Рекомендуемые

| Направление | Курс(ы) | Проекты ВД                         | Формы                               | Технологии                         | Компетенции |
|-------------|---------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| спорт       | 1-4     | Спортивные команды (баскетбольная, | Тренировки; спортивные сборы и т.п. | Технология индивидуализации обуче- | ОК-6, 7, 3  |

|                                       |     |                                                                                 |                                                                                                                                 |                                                        |                        |
|---------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|
|                                       |     | футбольная, шахматная команды, команда по пулевой стрельбе и др.)               |                                                                                                                                 | ния                                                    |                        |
|                                       | 1-4 | Легкоатлетический и лыжные кроссы «Первенство факультетов ПГУ»                  | спортивно-массовые мероприятия                                                                                                  | Групповые технологии                                   | ОК-6, 7, 3, 8          |
|                                       | 1-4 | Спартакиада между общежитиями студгородка                                       | спортивно-массовые мероприятия                                                                                                  | Групповые технологии                                   | ОК-6, 7, 3, 8          |
| студенческое самоуправление           | 1-4 | Проведение конференций на факультетах по работе студенческих советов            | творческие объединения, студенческие общественные организации                                                                   | Групповые технологии                                   | ОК-1, 2, 3, 5          |
|                                       | 1-4 | Участие в программе обучения студенческого актива                               | школы повышения квалификации, обучения студенческого актива                                                                     | Технология индивидуализации обучения                   | ОК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 |
|                                       | 1-4 | Участие студенческого актива во всех мероприятиях факультета и университета     | творческие объединения, студенческие общественные организации                                                                   | Культуровоспитывающая технология                       | ОК-1, 2, 3, 4          |
| гражданско-патриотическое направление | 1-4 | Проведение кураторских часов                                                    | лекции, семинары, практикумы, тематические занятия                                                                              | Групповые технологии                                   | ОК-1, 2, 3             |
|                                       | 1-4 | Вечер факультета «День ФПИТЭ»                                                   | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия                                                   | Культуровоспитывающая технология                       | ОК-1, 2, 3             |
|                                       | 1-4 | Организация строительных и педагогических отрядов из числа студентов факультета | Информационная работа; оформление документов; Заседания комиссий; творческие объединения, студенческие общественные организации | Культуровоспитывающая технология; Групповые технологии | ОК-1, 2, 3             |
|                                       | 1-4 | Подготовка и участие в слетах, фестивалях, спартакиадах студенческих отрядов    | творческие объединения, студенческие общественные организации                                                                   | Культуровоспитывающая технология; Групповые технологии | ОК-1, 2, 3, 6, 8,9     |

#### По выбору

| Направление  | Курс(ы) | Проекты ВД                                                                           | Формы                                                             | Технологии                                               | Компетенции        |
|--------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|
| волонтерство | 1-4     | Волонтерская помощь благотворительному фонду «Покров»                                | творческие объединения, студенческие общественные организации     | Культуровоспитывающая технология                         | ОК-1, 2, 3         |
|              | 3-4     | Подготовка и участие в работе в летних лагерях бойцами студенческого отряда «Рекорд» | творческие объединения, студенческие общественные организации     | Технология индивидуализации обучения                     | ОК-1, 2, 3, 6, 8,9 |
| тьюторство   | 3-4     | Тьюторство: веревочные курсы для Студентов 1-го курса.                               | Тренинги, деловые игры, консультативный прием; творческие объеди- | Технология индивидуализации обучения; Технологии группо- | ОК-1, 2, 3, 4, 6   |

|                     |     |                                                                                                                                                  |                                                                   |                                                                                                                                   |                     |
|---------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                     |     | Тренинги по: Актерскому мастерству, Декору, Дизайну сцены, видео и фото монтажу. Тематическая встреча с 1-ым курсом по работе актива факультета. | нения, студенческие общественные организации                      | вого обучения: проектное обучение, обучение в сотрудничестве (cooperative learning), игровые технологии, интерактивные технологии |                     |
| предпринимательство | 3-4 | Участие в научных конкурсах, выставках, конференциях, форумах, проектах молодежи, организованных управлением научных исследований                | Информационная работа; оформление документов; Заседания комиссий; | Технология индивидуализации обучения                                                                                              | ОК-1, 2, 4, 5, 6, 7 |

### 6.6 Проекты изменения социокультурной среды

| Проблемы                                        | Курс(ы) | Проекты ВД                                                                              | Формы                                                                                                                                                                                                            | Технологии                           | Компетенции         |
|-------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Развитие лидерских качеств                      | 1-3     | Школа студенческого актива                                                              | школы повышения квалификации, обучения студенческого актива                                                                                                                                                      | Технология индивидуализации обучения | ОК-1, 2, 4, 5, 6, 7 |
| Развитие существующих и новых качеств студентов | 1-4     | Развитие студенческого самоуправления и межфакультетского студенческого отряда «Рекорд» | деятельность органов студенческого самоуправления, вовлечённых в организацию учебной, бытовой и досуговой деятельности студентов; культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия; | Культуровоспитывающая технология     | ОК-1, 2, 3, 4, 6, 7 |

### 6.7 Годовой круг событий и творческих дел, участие в конкурсах<sup>1</sup> (для всех, для курса, по выбору)

| Сроки (Месяц)  | Курсы | Название событий, дел, конкурсов                            | Компетенции            |
|----------------|-------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| Октябрь-ноябрь | 1     | Конкурс «Первокурсник»                                      | ОК-1, 2, 3, 4, 6       |
| Ноябрь-декабрь | 1-4   | Вечер факультета «День ФПИТЭ»                               | ОК-1, 2, 3, 6          |
| Ноябрь-декабрь | 1-4   | Вечер студенческого отряда «Рекорд»                         | ОК-1, 2, 3, 4, 6, 7    |
| Октябрь-январь | 1 и 4 | Вечера направления подготовки 11.03.04 и 11.04.04           | ОК-1, 2, 3, 4          |
| Март-апрель    | 1-4   | Конкурс «Студенческая весна»                                | ОК-1, 2, 3, 4          |
| Июль-август    | 2-4   | Работа в лагерях отдыха и спортивных и строительных отрядах | ОК-1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 |

### 6.8 Студенческое самоуправление в ОПОП

| Направление                    | Форма ССУ         | Формы педагогического сопровождения                                           | Регламентирующие документы                 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Работа со студентами в группах | Сектор Староста;  | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия | Положение о студенческом совете факультета |
| Работа со студентами в обще-   | Сектор Общежитий; | культурно-массовые и культурно-                                               | Положение о студенческом совете            |

|                                              |                                          |                                                                                 |                                                                  |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| житиях                                       |                                          | просветительские и иные внеучебные мероприятия                                  | факультета                                                       |
| Научно-исследовательское направление         | Научно-учебный сектор;                   | научно-практические конференции, семинары-совещания, информационные конференции | Положение о студенческом совете факультета                       |
| Культурно-массовое направление               | Культурно-массовый сектор;               | культурно-массовые и культурно-просветительские и иные внеучебные мероприятия   | Положение о студенческом совете факультета                       |
| Информационно-профориентационное направление | Информационно-профориентационный сектор; | иные, вызываемые к жизни в ходе решения выдвигаемых ею проблем                  | Положение о студенческом совете факультета                       |
| Спортивное направление                       | Спортивный сектор;                       | спортивно-массовые мероприятия                                                  | Положение о студенческом совете факультета                       |
| Педагогическо-спортивное направление         | Студенческий отряд «Рекорд»              | творческие объединения, студенческие общественные организации                   | Положение о студенческом совете факультета и студенческом отряде |

#### **6.9 Формы представления студентами достижений и способы оценки освоения компетенций во внеаудиторной работе**

| Направление                                            | Формы                                                                          | Способы оценки                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| культурно-массовая работа                              | Фестиваль, концерт, сценическое представление, смотр-конкурс, творческий отчет | Отзыв, самооценка, рефлексия                                                                       |
| проектная деятельность                                 | Проект, выставка, ярмарка                                                      | Экспертиза, отзыв, анкетирование                                                                   |
| социальная работа и профилактика девиантного поведения | Фестиваль, концерт, сценическое представление, смотр-конкурс, творческий отчет | Отзыв, самооценка, рефлексия                                                                       |
| спорт                                                  | Акция, поход, слет, соревнование, конкурс, выезд                               | Судейство, рефлексия, отзыв                                                                        |
| студенческое самоуправление                            | Конкурс, самопрезентация, фестиваль, выставка, выезд                           | Экспертиза, согласование оценок, тестирование, анкетирование, рефлексия, характеристика, судейство |
| гражданско-патриотическое направление                  | Проект, экскурсия, конкурс, тематический стенд, выставка, выезд                | Отзыв, анкетирование, рефлексия, эссе, характеристика                                              |
| волонтерство                                           | Акция, сбор, конкурс, форум, выезд, творческий отчет                           | Отзыв, самооценка, рефлексия, характеристика, анкетирование                                        |
| тьюторство                                             | Фестиваль, концерт, сценическое представление, смотр-конкурс, творческий отчет | Отзыв, самооценка, рефлексия                                                                       |
| предпринимательство                                    | Проект, выставка, ярмарка                                                      | Экспертиза, отзыв, анкетирование                                                                   |

#### **6.10 Организация учета и поощрения социальной активности**

Учет достижений: портфолио достижений студента, волонтерская книжка, электронный журнал, система рейтинговой оценки.

Формы: грамоты, рекомендации, занесение на доску почета, благодарственные письма, диплом, объявление благодарности, презентация опыта и результатов деятельности, общественный аттестат, стипендии, разовые денежные выплаты, надбавки, корпоративный подарок, оплата расходов по участию в олимпиадах и студенческих форумах, ценные подарки, путевки в санатории и туристические поездки.

#### **6.11 Используемая инфраструктура вуза:**

1. Тренинговый центр «Импульс»
2. Служба психологической помощи и мониторинга социально-культурной среды
3. Комнаты психологической разгрузки
4. Комнаты эмоциональной разгрузки
5. Учебные аудитории
6. Студенческий клуб «Авангард»
7. Киностудия
8. Фотостудия
9. Стадион Темп
10. Актальный зал 3 шт.
11. Комнаты студсоветов 4 шт.
12. Студенческая типография
13. Санаторий-профилакторий на 100 мест
14. Общежития на 3515 мест
15. Столовые 4шт.
16. Буфеты 12 шт.
17. Спортивные комнаты общежитий 8 шт.
18. Комнаты самоподготовки в общежитии 8 шт.
19. Спортивно-оздоровительные лагеря 2шт.
20. Бизнес инкубатор.
21. Библиотеки 3 шт.
22. Лыжная база
23. Открытые спортивные площадки

#### **6.12 Используемая социокультурная среда города (перечень объектов, сгруппированный либо по тематике, либо по видам)**

- *Учреждения культуры* (Пензенский областной драматический театр им. А.В. Луначарского, центр театрального искусства им. В.Э. Мейерхольда, Пензенская областная филармония, Пензенская областная библиотека им. М.Ю. Лермонтова, Пензенский государственный краеведческий музей, музей В.О. Ключевского, музей И.Н. Ульянова, объединение государственных литературно-мемориальных музеев Пензенской области, литературный музей, музей-усадьба В.Г. Белинского, государственный музей А.Н. Радищева, музей А.И. Куприна, музей А. Г. Малышкина, Пензенская картинная галерея имени К.А.Савицкого, Пензенский музей народного творчества, Государственный Лермонтовский музей-заповедник «Тарханы», дома творчества)

- *Спортивные учреждения города* (Дворец спорта «Буртасы», дворец спорта «Олимпийский», спортивно-зрелищный комплекс «Дизель-Арена» легкоатлетический манеж училища олимпийского резерва, бассейн «Сура», дворец водного спорта).

- *Социокультурные комплексы районов и микрорайонов*

- Технопарки г Пенза,

- Предприятия г Пенза.

#### **6.13 Социальные партнеры (перечень тех партнеров, с кем взаимодействуете для реализации проектов)**

- учреждения образования,

- учреждения культуры,
- учреждения спорта, туризма и молодежной политики,
- учреждения здравоохранения и социального развития,
- некоммерческие организации (фонды, ассоциации, некоммерческие партнерства, частные фирмы),
- средства массовой информации,
- учреждения научно-производственного направления и промышленности

#### **6.14 Ресурсное обеспечение.**

##### *а) нормативно-правовое*

- Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года.
- Стандарт университета от 27 апреля 2017г. №57-19 «Стипендиальное обеспечение и другие формы материальной поддержки студентов, аспирантов, докторантов, интернов и ординаторов. Порядок назначения и выплаты»
- Положение «Об Управлении воспитательной и социальной работы» №01/19-04 от 23.01.2017г.
- Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
- Концепция федеральной целевой программы «Молодежь России» на 2012-2016 годы
- Приказ Минобрнауки России от 22.11.2011 «О Совете по вопросам развития студенческого самоуправления в образовательных учреждениях среднего и высшего профессионального образования».
- Государственная программа Российской Федерации "Развитие образования" на 2013 - 2020 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 295.
- Указ Президента РФ от 14.02.2010 № 182 (ред. от 08.03.2011) "О стипендиях Президента Российской Федерации для студентов, аспирантов, адъюнктов, слушателей и курсантов образовательных учреждений высшего профессионального образования".
- Распоряжение правительства российской федерации от 29 декабря 2014 г. № 2765-р «О Федеральной целевой программе развития образования на 2016-2020 годы».
- Постановление Правительства Российской Федерации 09 апреля 2010 г.
- №220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования».
- Постановление Правительства Российской Федерации от 27 мая 2006 г. № 311 «О премиях для поддержки талантливой молодежи».
- Указ Президента РФ от 06 апреля 2006 г. № 325 (В ред. указов Президента России от 29 февраля 2008 г. N 283, от 09 ноября 2010 г. N 1413).
- Распоряжение Правительства РФ от 7 августа 2009 года «О Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года».

##### *б) научно-методическое*

- Гужвенко Е.И. Координирующая модель методической системы обучения информатике и информационным технологиям. Москва, 2010.
- Данилова И.Ю. Многоуровневая модель организации научно-исследовательской работы студентов как средство обеспечения качества образования в вузе. Москва, 2010.
- в) материально - техническое*
- музыкальная, звукоусилительная и световая аппаратура;
- фото- и видеоаппаратура;
- персональные компьютеры с периферийными устройствами и возможностью выхода в Интернет;

- информационные стенды;
- множительная техника;
- канцелярские материалы;
- оборудование кафедральных учебных и учебно-научных лабораторий.

## **7. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

### **7.1 Матрица соответствия компетенций и оценочных средств**

Матрица соответствия компетенций приведена в Приложении 6 .

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП осуществляется в соответствии с Уставом ПГУ и локальными нормативными документами ПГУ.

### **7.2. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Фонды оценочных средств: тестовые задания; комплекты заданий для самостоятельной работы; сборники проектных заданий; перечни тем рефератов.

Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В процессе обучения используются следующие виды контроля; устный опрос; письменные работы; контроль с помощью технических средств и информационных систем.

Каждый вид выделяется по способу выявления формируемых компетенций: в процессе беседы преподавателя и студента; в процессе создания и проверки письменных материалов; путем использования компьютерных программ, приборов, установок и т.п.

**Устный опрос** позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки, а также обладает рядом функций:

**Письменные работы** позволяют экономить время преподавателя, проверить обоснованность оценки и уменьшить степень субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Использование **информационных технологий и систем** обеспечивает:

- быстрое и оперативное получение объективной информации о фактическом усвоении студентами контролируемого материала, в том числе непосредственно в процессе занятий;
- возможность детально и персонализировано представить эту информацию преподавателю для оценки учебных достижений и оперативной корректировки процесса обучения;
- формирования и накопления интегральных (рейтинговых) оценок достижений студентов по всем дисциплинам и модулям образовательной программы;
- привитие практических умений и навыков работы с информационными ресурсами и средствами;
- возможность самоконтроля и мотивации студентов в процессе самостоятельной работы.

Каждый из видов контроля осуществляется с помощью определенных форм.

Формы контроля: собеседование; коллоквиум; контрольная работа; зачет; экзамен по дисциплине; лабораторная работа; реферат; отчет (по практикам, научно-исследовательской работе студентов (НИРС); курсовая работа (проект); выпускная квалификационная работа.

Определенные компетенции приобретаются в процессе проведения лабораторной

работы, написания реферата, прохождения практики и т.п., а контроль над их формированием осуществляется в ходе проверки преподавателем результатов данных работ и выставления соответствующей оценки (отметки).

Формы письменного контроля. Письменные работы (ПР) могут включать: тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), рефераты (ПР-3), курсовые работы (проекты) (ПР-4), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-5).

### **7.3. Государственная итоговая аттестация выпускников ОПОП бакалавриата**

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

Государственная итоговая аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Государственные аттестационные испытания предназначены для определения общих и специальных (профессиональных) компетенций бакалавра, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных ФГОС, способствующих его устойчивости на рынке труда.

Государственная итоговая аттестация проводится Государственной экзаменационной комиссией во главе с председателем, утверждаемым Минобрнауки РФ.

В результате подготовки, защиты выпускной квалификационной работы студент должен:

- *знать*, понимать и решать профессиональные задачи в области технологической, производственной и монтажно-наладочной деятельности в соответствии с профилем подготовки;
- *уметь* использовать современные методы исследований для решения профессиональных задач; самостоятельно обрабатывать, интерпретировать и представлять результаты экспериментальной и производственной деятельности по установленным формам;
- *владеть навыками* внедрения и применения полученных знаний для решения производственно-технологических и сервисно-эксплуатационных задач в сфере профессиональной деятельности.

Требования к выпускной квалификационной работе.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавра представляет собой законченную самостоятельную учебно-исследовательскую работу, в которой решается конкретная задача, актуальная для электронного приборостроения и nano-, микроэлектронного производства, и должна соответствовать видам и задачам его профессиональной деятельности, приведенным в пп.2.3 и 2.4. объем ВКР – 50-70 страниц текста, набранного через 1,5 интервала 14 шрифтом Times New Roman. Работа должна содержать титульный лист, техническое задание, аннотации на русском и английском языках, введение с указанием проблемы и ее актуальности, целей и задач, объекта, предмета и гипотез, методов и методик, научной новизны и практической значимости, структуры работы и характеристик источников; основную часть, которая может разделяться на главы, параграфы и под параграфы, заключение, содержащее выводы и определяющее дальнейшие перспективы работы, библиографический список и приложение. Оформление ВКР должно соответствовать требованиям, устанавливаемым ГОСТ.

Для подготовки ВКР на кафедре разработаны методические указания.

## **8. ДРУГИЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОПОП ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

Эффективное функционирование системы обеспечения гарантий качества подготовки обучающихся определяется наличием системы менеджмента качества (далее - СМК), которая базируется на *внешних* документах:

- стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве (ENQA);
- ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования;
- ГОСТ Р 52614.2-2006 Системы менеджмента качества. Руководящие указания по применению ГОСТ Р ИСО 9001-2001 в сфере образования;
- IWA2 2007 Системы менеджмента качества –Рекомендации по применению ISO9001-2000 в образовании.

*Внутренние* документы СМК университета:

- ежегодно формулируемые в рамках Комплексной программы развития университета планы-обязательства подразделений, цели подразделений в области качества;
- ДП СМК-4.2.2 «Руководство по качеству»;
- ДП СМК-7.5-01-08-2012 «Организация и реализация учебного процесса»;
- Политика в области качества Пензенского государственного университета (принята решением Конференции научно-педагогических работников, представителей других категорий работников и обучающихся университета от 16.04.2015);
- Стратегия обеспечения гарантии качества образования Пензенского государственного университета на 2016-2020 год (принята решением Конференции работников и обучающихся университета от 20.05.2016);
- Приказ № 1289/о «Об организации в университете Комиссии обучающихся по качеству образования» от 30.11.2015;
- Приказ № 987/о «О рейтинговой оценке деятельности профессорско-преподавательского состава, кафедр, факультетов/институтов» от 15.10.2016.

Положение ПГУ от 28.01.2016 №18-20 о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования;

- Положение ПГУ от 01.06.2016 № 30-20 об учебно-методическом комплексе;
- Положение ПГУ от 30.09.2016 № 34-20 об организации образовательного процесса с использованием сетевых форм обучения.
- Положение ПГУ от 4.05.2016 №25-20 о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры;
- Положение ПГУ от 29.02.2016 № 17-20 о фонде оценочных средств по дисциплине для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры;
- Положение ПГУ от 28.03.2016 № 20-20 «О курсовом проектировании обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета, магистратуры»;
- Положение ПГУ от 28.01.2016 №18-20 «О практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования»;
- Стандарт университета СТО ПГУ 2.12-2015 «Государственная итоговая аттестация по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры»;
- Стандарт университета СТО ПГУ 3.12-2015 «Выпускная квалификационная

работа обучающихся по образовательным программам высшего образования -программам бакалавриата, специалитета и магистратуры»;

- Положение ПГУ от 02.11.2016 №36-20«О порядке проектирования и обновления основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры»;

Управление качеством в университете осуществляется на всех уровнях. Представителем высшего руководства по качеству является первый проректор, координирующий работу подразделений в области СМК.

Применение данных инструментариев позволяет описать систему внешней оценки качества реализации ОПОП с учетом и анализом мнений работодателей, выпускников ВУЗа и других субъектов образовательного процесса.

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПроПОП ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» и согласована со следующими представителями работодателей:

Директор по производству АО НИИФИ \_\_\_\_\_ **С.И. Торгашин**  
(должность, подпись, дата Ф.И.О.,)

Начальник отдела кадров  
АО «ПО Электроприбор» \_\_\_\_\_ **В.И. Арзамасцев**  
(должность, подпись, дата Ф.И.О.,)

Ответственный за разработку ОПОП ВО:

Зав. кафедрой  
«Нано-и микроэлектроники» \_\_\_\_\_ **И.А. Аверин**

Программа одобрена методической комиссией факультета ПИТЭ  
Протокол № 8 «14.04» 2015 года

Председатель  
методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ **А.В. Задера**

Программа одобрена Советом факультета ПИТЭ  
Протокол № 4.1.2 20.04 от 2015 года

Декан факультета ПИТЭ \_\_\_\_\_ **В.Д. Кревчик**

**9. РЕГЛАМЕНТ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ  
ОПОП ВО В ЦЕЛОМ И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕЕ ДОКУМЕНТОВ**

| Изменение                                                                                                                            | Реквизиты распорядительного документа      | Подпись декана ФПИТЭ                                                                  | Подпись заведующего кафедрой НимЭ                                                     | Дата введения изменений |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. Добавлены локальные нормативные акты по вопросам организации и осуществления образовательной деятельности (заменен п. 8)          | протокол №1 заседания УС ФПИТЭ от 21.09.16 |    |    | 22.09.16                |
| 2. Добавлены локальные нормативные акты по вопросам организации и осуществления образовательной деятельности (заменен п. 6.13; п. 8) | протокол №3 заседания УС ФПИТЭ от 30.11.16 |    |    | 01.12.16                |
| 3. Добавлены локальные нормативные акты по вопросам организации и осуществления образовательной деятельности (заменен п. 6.13)       | протокол №9 заседания УС ФПИТЭ от 24.05.17 |  |  | 25.05.17                |

**Приложение 1 – Календарный учебный график по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.**



Ректор *А.Д. Буляков*

«15» *сентября* 2015 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Направление подготовки 11.03.04. Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»

Квалификация выпускника: бакалавр

Срок получения образования: 4 года

Форма обучения - очная

### I. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

| 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 | 49 | 50 | 51     | 52 |   |  |
| курсы  |          |   |   |   |         |   |   |   |   |        |    |    |    |         |    |    |    |        |    |    |    |    |         |    |    |    |    |      |    |    |    |    |        |    |    |    |    |     |    |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |    |        |    |   |  |
| I      |          |   |   |   |         |   |   |   |   |        |    |    |    |         |    |    |    | ::     | :: | :: | :: | =  | =       |    |    |    |    |      |    |    |    |    |        |    |    |    |    |     |    | :: | :: | :: | X    | X  | =  | =  | =    | =  | =  | =  | =      | =  |   |  |
| II     |          |   |   |   |         |   |   |   |   |        |    |    |    |         |    |    |    | ::     | :: | :: | :: | =  | =       |    |    |    |    |      |    |    |    |    |        |    |    |    |    |     |    | :: | :: | :: | X    | X  | =  | =  | =    | =  | =  | =  | =      | =  |   |  |
| III    |          |   |   |   |         |   |   |   |   |        |    |    |    |         |    |    |    | ::     | :: | :: | :: | =  | =       |    |    |    |    |      |    |    |    |    |        |    |    |    |    |     |    | :: | :: | X  | X    | X  | X  | =  | =    | =  | =  | =  | =      | =  | = |  |
| IV     |          |   |   |   |         |   |   |   |   |        |    |    |    |         |    |    |    | ::     | :: | :: | :: | =  | =       |    |    |    |    |      |    |    |    |    |        | X  | X  | X  | X  | X   | X  | X  | X  | // | //   | // | // | =  | =    | =  | =  | =  | =      | =  | = |  |

☐ - теоретическое обучение

☒ - учебная и производственная практика

☐ - каникулы

☐ - экзаменационная сессия

☐ - государственный экзамен и защита ВКР

### II. СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО БЮДЖЕТУ ВРЕМЕНИ (в неделях)

| КУРС  | Теоретическое обучение | Экзаменационная сессия | Учебные практики | Производственные практики | Государственная итоговая аттестация | Каникулы | ВСЕГО |
|-------|------------------------|------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|-------|
| I     | 34                     | 7                      | 2                | -                         | -                                   | 9        | 52    |
| II    | 34                     | 7                      | -                | 2                         | -                                   | 9        | 52    |
| III   | 34                     | 6                      | -                | 4                         | -                                   | 8        | 52    |
| IV    | 26                     | 4                      | -                | 8                         | 4                                   | 10       | 52    |
| ИТОГО | 128                    | 24                     | 2                | 14                        | 4                                   | 36       | 208   |

**Приложение 2 – Переходной учебный план по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.**



Министерство образования и науки Российской Федерации

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# УЧЕБНЫЙ ПЛАН

подготовки бакалавра по направлению

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микрoeлектронных устройств»

Квалификация выпускника-бакалавр

Срок получения образования-

4 года

Форма обучения - очная

| №№ п/п   | Наименование блоков ОПОП, дисциплин, практик                 | Экзамен | Зачет   | Курс. раб.<br>(проект) | Трудоемкость        |               |      |         |      | Распределение аудиторных часов по семестрам |        |        |        |        |        |       |   | Перечень реализуемых компетенций |
|----------|--------------------------------------------------------------|---------|---------|------------------------|---------------------|---------------|------|---------|------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---|----------------------------------|
|          |                                                              |         |         |                        | Общая, в зач. един. | Общая, в час. | Ауд. |         | Сам. | 1                                           | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7     | 8 |                                  |
|          |                                                              |         |         |                        |                     |               | лек  | Пр /лаб |      | 17 нед                                      | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 9 нед |   |                                  |
| Б.1      | Блок дисциплин                                               |         |         |                        | 210                 | 7560          | 1237 | 1869    |      |                                             |        |        |        |        |        |       |   |                                  |
| Б.1.1    | Базовая часть                                                |         |         |                        | 114                 | 4104          |      |         |      |                                             |        |        |        |        |        |       |   |                                  |
| Б.1.1.1  | История                                                      | 1       |         |                        | 4                   | 144           | 17   | 34      | 93   | 3                                           |        |        |        |        |        |       |   | ОК-2,6                           |
| Б.1.1.2  | Иностранный язык                                             |         | 1,2,3,4 |                        | 8                   | 288           |      | 136     | 152  | 2                                           | 2      | 2      | 2      |        |        |       |   | ОК-5,6                           |
| Б.1.1.3  | Философия                                                    |         | 2       |                        | 3                   | 108           | 17   | 34      | 57   |                                             | 3      |        |        |        |        |       |   | ОК-1                             |
| Б.1.1.4  | Экономика и организация производства                         | 3       |         |                        | 4                   | 144           | 17   | 34      | 93   |                                             |        | 3      |        |        |        |       |   | ОК-3                             |
| Б.1.1.5  | Математика                                                   | 1,2     |         |                        | 14                  | 504           | 85   | 102     | 317  | 5                                           | 6      |        |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.6  | Физика                                                       | 2,3     | 2,3     |                        | 14                  | 504           | 102  | 102     | 300  |                                             | 6      | 6      |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.7  | Химия                                                        | 1       |         |                        | 5                   | 180           | 17   | 34      | 129  | 3                                           |        |        |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.8  | Экология                                                     |         | 1       |                        | 2                   | 72            | 17   | 17      | 38   | 2                                           |        |        |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.9  | Линейная алгебра и аналитическая геометрия                   | 1       |         |                        | 3                   | 108           | 17   | 17      | 74   | 2                                           |        |        |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.10 | Инженерная и компьютерная графика                            |         | 3       |                        | 3                   | 108           | 17   | 34      | 57   |                                             |        | 3      |        |        |        |       |   | ОПК-4,9                          |
| Б.1.1.11 | Теоретические основы электротехники                          | 4       |         |                        | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112  |                                             |        |        | 4      |        |        |       |   | ОПК-3                            |
| Б.1.1.12 | Социология                                                   |         | 8       |                        | 2                   | 72            | 9    | 18      | 45   |                                             |        |        |        |        |        |       | 3 | ОК-6, ОК-7                       |
| Б.1.1.13 | Безопасность жизнедеятельности                               |         | 8       |                        | 2                   | 72            | 18   | 18      | 36   |                                             |        |        |        |        |        |       | 4 | ОК-9                             |
| Б.1.1.14 | Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента | 4       | 4       | 4                      | 8                   | 288           | 34   | 68      | 186  |                                             |        |        | 6      |        |        |       |   | ОПК-5,9                          |
| Б.1.1.15 | Теория вероятностей и математическая статистика              |         | 2       |                        | 3                   | 108           | 17   | 17      | 74   |                                             | 2      |        |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |
| Б.1.1.16 | Квантовая механика и статистическая физика                   | 3       | 3       |                        | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112  |                                             |        | 4      |        |        |        |       |   | ОПК-1,2                          |

| №№ п/п   | Наименование блоков ОПОП, дисциплин, практик                     | Экзаме | Зачет | Курс раб.<br>(проект) | Трудоемкость        |               |      |         |      | Распределение аудиторных часов по семестрам |     |     |     |     |     |     |     | Перечень реализуемых компетенций |
|----------|------------------------------------------------------------------|--------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|------|---------|------|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------|
|          |                                                                  |        |       |                       | Общая, в зач. един. | Общая, в час. | Ауд. |         | Сам. | 1                                           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |                                  |
|          |                                                                  |        |       |                       |                     |               | лек  | Пр /лаб |      | 17                                          | 17  | 17  | 17  | 17  | 17  | 17  | 9   |                                  |
|          |                                                                  |        |       |                       |                     |               |      |         |      | нед                                         | нед | нед | нед | нед | нед | нед | нед |                                  |
| Б.1.1.17 | Компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике               | 2      | 2     | 2                     | 6                   | 216           | 34   | 51      | 131  |                                             | 5   |     |     |     |     |     |     | ОПК-5,6,7,9                      |
| Б.1.1.18 | Квантовая и оптическая электроника                               | 7      | 7     |                       | 6                   | 216           | 34   | 34      | 148  |                                             |     |     |     |     |     |     |     | ОПК-7                            |
| Б.1.1.19 | Схемотехника                                                     |        | 5     | 5                     | 4                   | 144           | 34   | 34      | 76   |                                             |     |     |     |     |     | 4   |     |                                  |
| Б.1.1.20 | Физическая культура                                              |        | 4, 6  |                       | 2                   | 72            |      | 34      | 38   |                                             |     |     |     | 4   |     |     |     | ОПК-3                            |
| Б.1.1.21 | Правовое обеспечение профессиональной деятельности               | 3      |       |                       | 2                   | 72            | 17   | 17      | 38   |                                             |     |     | 1   |     | 1   |     |     | ОК-8                             |
| Б.1.1.22 | Компьютерный английский язык                                     | 4      |       |                       | 3                   | 108           |      | 34      | 74   |                                             |     | 2   |     |     |     |     |     | ОК-4; ОПК-8                      |
| Б.1.1.23 | Культурология                                                    | 1      |       |                       | 2                   | 72            | 17   | 17      | 38   | 2                                           |     |     | 2   |     |     |     |     |                                  |
| Б.1.1.24 | История электронной техники                                      |        | 1     |                       | 2                   | 72            | 17   | 17      | 38   | 2                                           |     |     |     |     |     |     |     | ОК-5,6                           |
| Б.1.1.25 | Информационные технологии                                        |        | 1     |                       | 2                   | 72            | 17   | 34      | 21   | 3                                           |     |     |     |     |     |     |     | ОПК-7                            |
| Б.1.2    | Вариативная часть                                                |        |       |                       | 96                  | 3456          |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     |     | ОПК-4,7                          |
| Б.1.2.1  | Физика конденсированного состояния                               | 5      | 5, 4  | 5                     | 8                   | 288           | 68   | 68      | 152  |                                             |     |     | 4   | 4   |     |     |     | ОПК-1,2; ПСК-2                   |
| Б.1.2.2  | Основы проектирование электронной компонентной базы              | 7      | 7,8   | 8                     | 6                   | 216           | 35   | 43      | 138  |                                             |     |     |     |     |     | 3   | 3   |                                  |
| Б.1.2.3  | Технология и проектирование тонкопленочных структур              |        | 7     | 7                     | 3                   | 108           | 17   | 34      | 57   |                                             |     |     |     |     |     |     |     | ПК-13,16,18; ПСК-1,3             |
| Б.1.2.4  | Физика поверхности                                               | 5      |       |                       | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112  |                                             |     |     |     | 4   |     |     |     |                                  |
| Б.1.2.5  | Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники   |        | 5     |                       | 2                   | 72            | 17   | 17      | 38   |                                             |     |     |     | 2   |     |     |     | ПК-14-16                         |
| Б.1.2.6  | Нанотехнология материалов и компонентов электронной техники      |        | 8     |                       | 4                   | 144           | 18   | 45      | 81   |                                             |     |     |     |     |     |     | 7   |                                  |
| Б.1.2.7  | Технология электронной компонентной базы                         | 6      | 6     | 6                     | 6                   | 216           | 51   | 51      | 114  |                                             |     |     |     |     | 6   |     |     | ПК-8,9,14                        |
| Б.1.2.8  | Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники | 5      | 5     |                       | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112  |                                             |     |     |     | 4   |     |     |     |                                  |
| Б.1.2.9  | Технология нано- и микроэлектромеханических систем               |        | 6     |                       | 4                   | 144           | 34   | 34      | 76   |                                             |     |     |     |     | 4   |     |     | ПК-8,9,18                        |
| Б.1.2.10 | Материалы электронной техники                                    | 4      | 4     | 4                     | 6                   | 216           | 51   | 51      | 114  |                                             |     |     | 6   |     |     |     |     |                                  |
| Б.1.2.11 | Микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС  | 7      | 7     |                       | 7                   | 252           | 34   | 68      | 150  |                                             |     |     |     |     |     | 6   |     | ОПК-3; ПСК-1,3                   |
| Б.1.2.12 | Нанoeлектроника                                                  |        | 8     |                       | 3                   | 108           | 18   | 45      | 45   |                                             |     |     |     |     |     |     | 7   |                                  |

| №№ п/п       | Наименование блоков ОПОП, дисциплин, практик                                                                                                    | Экзамен | Зачет | Курс. раб.<br>(проект) | Трудоемкость        |               |      |         | Распределение аудиторных часов по семестрам |        |        |        |        |        |        |   | Перечень реализуемых компетенций |                        |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|------------------------|---------------------|---------------|------|---------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|----------------------------------|------------------------|
|              |                                                                                                                                                 |         |       |                        | Общая, в зач. един. | Общая, в час. | Ауд. |         | Сам.                                        | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7 |                                  | 8                      |
|              |                                                                                                                                                 |         |       |                        |                     |               | лек  | Пр /лаб |                                             | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 17 нед | 9 |                                  |                        |
| Б.1.2.13     | Технология материалов электронной техники                                                                                                       | 5       | 5     |                        | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112                                         |        |        |        |        | 4      |        |   |                                  | ПК-8, ПК-9             |
|              | Дисциплины по выбору                                                                                                                            |         |       |                        | 32                  | 1152          | 170  | 306     | 676                                         |        |        |        |        |        |        |   |                                  |                        |
| Б.1.2.14.1/2 | Физико-технологические основы полупроводниковой электроники/ Функциональная электроника                                                         | 7       | 7, 6  | 7                      | 10                  | 360           | 68   | 102     | 190                                         |        |        |        |        |        | 5      | 5 |                                  | ПСК-1,3                |
| Б.1.2.15.1/2 | Разработка проектно-конструкторской документации/ Разработка производственно-технологической документации                                       |         | 5     |                        | 3                   | 108           |      | 34      | 74                                          |        |        |        |        | 2      |        |   |                                  | ОПК-4, ОПК-8; ПК-17,18 |
| Б.1.2.16.1/2 | Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники/ Кристаллография и физическая химия полупроводников и диэлектриков            | 3       |       | 3                      | 6                   | 216           | 34   | 34      | 148                                         |        |        | 4      |        |        |        |   |                                  | ОПК-1,2; ПСК-2         |
| Б.1.2.17.1/2 | Автоматизация разработки технологических процессов/ Проектирование датчиковой аппаратуры                                                        |         | 6     | 6                      | 5                   | 180           | 17   | 68      | 95                                          |        |        |        |        |        | 5      |   |                                  | ОПК-9; ПСК-1,3         |
| Б.1.2.18.1/2 | Физико-технологические основы пленочной электроники/ Моделирование датчиковой аппаратуры                                                        | 6       | 6     |                        | 5                   | 180           | 34   | 34      | 112                                         |        |        |        |        |        | 4      |   |                                  | ПК-8,9; ПСК-1,3        |
| Б.1.2.19.1/2 | Методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники/ Системы обработки измерительных сигналов                                   |         | 7     |                        | 3                   | 108           | 17   | 34      | 57                                          |        |        |        |        |        |        | 3 |                                  | ПК-13,15               |
| Б.2          | Практики                                                                                                                                        |         |       |                        | 24                  | 864           |      |         |                                             |        |        |        |        |        |        |   |                                  |                        |
| Б.2.2        | Вариативная часть                                                                                                                               |         |       |                        |                     |               |      |         |                                             |        |        |        |        |        |        |   |                                  |                        |
| Б.2.2.1      | Учебная практика                                                                                                                                |         |       |                        |                     |               |      |         |                                             |        |        |        |        |        |        |   |                                  |                        |
| Б.2.2.1.1    | Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности |         | 2     |                        | 3                   | 108           |      |         |                                             |        | +      |        |        |        |        |   |                                  | ПК-13,14,16,17,18      |
| Б.2.2.2      | Производственная практика                                                                                                                       |         |       |                        |                     | 0             |      |         |                                             |        |        |        |        |        |        |   |                                  |                        |
| Б.2.2.2.1    | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                                                             |         | 4     |                        | 3                   | 108           |      |         |                                             |        |        |        | +      |        |        |   |                                  | ПК-13,14,16,17,18      |

| №№ п/п    | Наименование блоков ОПОП, дисциплин, практик                                                                                                                   | Экзамен | Зачет | Курс. раб.<br>(проект) | Трудовоемкость      |               |      |         |      | Распределение аудиторных часов по семестрам |     |     |     |     |     |     |     | Перечень реализуемых компетенций                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|------------------------|---------------------|---------------|------|---------|------|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                |         |       |                        | Общая, в зач. един. | Общая, в час. | Ауд. |         | Сам. | 1                                           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |                                                       |
|           |                                                                                                                                                                |         |       |                        |                     |               | лек  | Пр /лаб |      | 17                                          | 17  | 17  | 17  | 17  | 17  | 17  | 9   |                                                       |
|           |                                                                                                                                                                |         |       |                        |                     |               |      |         |      | нед                                         | нед | нед | нед | нед | нед | нед | нед |                                                       |
| Б.2.2.2.2 | Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием |         | 6     |                        | 6                   | 216           |      |         |      |                                             |     |     |     |     | +   |     |     | ПК-13,14,16,17,18                                     |
| Б.2.2.2.3 | Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков работы в качестве инженера - технолога                                                   |         | 8     |                        | 6                   | 216           |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     | +   | ПК- 13,14,16,17,18                                    |
| Б.2.2.2.4 | Преддипломная практика                                                                                                                                         |         | 8     |                        | 6                   | 216           |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     | +   | ПК- 13,14,16,17,18                                    |
| Б.3       | Государственная итоговая аттестация                                                                                                                            |         |       |                        |                     |               |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     |     |                                                       |
| Б.3.1     | Подготовка и защита ВКР                                                                                                                                        |         |       |                        | 6                   | 216           |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     | +   | ОК 1-9; ОПК-1-9; ПК 8,9,13,14,15, 16,17,18; ПСК-1,2,3 |
|           | Общая трудовоемкость основной образовательной программы                                                                                                        |         |       |                        | 240                 | 8640          |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     |     |                                                       |
| Э.1       | Элективные курсы по физической культуре                                                                                                                        |         |       |                        |                     |               |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     |     |                                                       |
| Э1.1      | Прикладная физическая культура                                                                                                                                 |         | 1-6   |                        |                     | 338           |      | 338     |      | +                                           | +   | +   | +   | +   | +   |     |     | ОК-8                                                  |
|           | Всего ауд. часов в семестре                                                                                                                                    | 24,3    |       |                        |                     |               |      |         |      | 24                                          | 24  | 24  | 25  | 24  | 25  | 24  | 24  |                                                       |
|           | Количество экзаменов                                                                                                                                           | 24      |       |                        |                     |               |      |         |      | 4                                           | 3   | 4   | 3   | 4   | 2   | 4   | 0   |                                                       |
|           | Количество зачетов (с учетом практик и физ.-ры)                                                                                                                |         | 55    |                        |                     |               |      |         |      | 6                                           | 7   | 6   | 8   | 7   | 8   | 6   | 7   |                                                       |
|           | Количество курсовых работ (проектов)                                                                                                                           |         |       | 11                     |                     |               |      |         |      | 0                                           | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   |                                                       |
| Вносят:   |                                                                                                                                                                |         |       |                        |                     |               |      |         |      |                                             |     |     |     |     |     |     |     |                                                       |

**Вносят:**

Кафедра "Нано- и микроэлектроника"  
Заведующий кафедрой  И.А. Аверин

Факультет приборостроения, информационных технологий и электроники

Декан факультета  В.Д. Кревчик

Директор Политехнического института  Д.В. Артамонов

**Согласовано:**

Проректор по учебной работе

Начальник УМУ

Председатель НМС

 В.Б. Механов

 В.В. Перега

 Р.М. Печерская

**Приложение 3 – Рабочие программы учебных дисциплин по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.**

## **Аннотация программы дисциплины**

### **«История»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микрoeлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 часа).**

**Целью изучения дисциплины «История»** является формирование общекультурных компетенций:

ОК-2 – способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;

ОК-6 – способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «История» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

В ходе изучения дисциплины «История» студенты **приобретают знания** об основных исторических событиях, этапах эволюции российской государственности и ее институтов, социально-экономическом развитии, специфике модернизации, тенденциях внешней политики и изменениях геополитической ситуации, о движущих силах и закономерностях исторического процесса, об объективной потребности индустриальной модернизации, содержании общенациональных кризисов в истории страны, о путях достижения целей преобразований, о содержании культурных традиций и исторического наследия.

На основе приобретенных знаний **формируются умения** определять место человека в системе социальных связей и в историческом процессе; анализировать социально-значимые процессы и явления, аналитически воспринимать информацию.

**Приобретаются навыки** уважительного и бережного отношения к историческому наследию, культуры мышления, способность к восприятию информации, обобщению и анализу, навыки использования методов гуманитарных, социальных и экономических наук при решении профессиональных задач, толерантного восприятия социальных и культурных различий.

**Основные дидактические единицы (разделы):** Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы. Становления русской государственности. Принятие христианства.

Возвышение основные этапы экономического развития России. Мануфактурно-промышленное производство. Становление индустриального общества в России: общее и особенное. Реформы и реформаторы в России. Россия в начале XX в.

1. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса Революция 1917 г.

Гражданская война и интервенция, их результаты и последствия. Образование СССР. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. Великая Отечественная война. Социально-экономическое развитие, общественно- политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы.

СССР в середине 60-80-х гг.: нарастание кризисных явлений. Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Становление новой российской государственности. Россия на пути радикальной социально- экономической модернизации. Культура в современной России. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

**Результаты освоения дисциплины «История»** достигаются при использовании интерактивных форм обучения: лекции, практические занятия;

традиционных методов: самостоятельная работа, консультации преподавателей. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль

успеваемости в форме контрольных точек (КТ), промежуточный контроль в форме экзамена.

Средства контроля: тестирование, проверка конспектов, контрольные работы, коллоквиумы, собеседование со студентами.

Изучение данной дисциплины углубляет знания студентами истории в объеме средней школы.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (1 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Иностранный язык»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 8 ЗЕТ (288 часа).**

#### **Цели и задачи дисциплины**

- приобретение знаний в области иностранного языка;
- изучение теории иностранного языка и культуры общения на иностранном языке;
- овладение всеми видами речевой деятельности на изучаемом иностранном языке (чтение, говорение, письмо, аудирование);
- знакомство с различными видами деятельности в области теории и практики межкультурной коммуникации;
- изучение культуры и географии стран изучаемого языка.

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

1. Дисциплина «Иностранный язык» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».
2. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях школьной подготовки студентов по иностранному языку и на знании дисциплин: история, философия, правоведение, культурология, психология и педагогика, этика и эстетика.

#### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

*знать:*

- лексический минимум в объёме единиц общего и терминологического характера (для иностранного языка);

*уметь:*

- читать оригинальную литературу по специальности на иностранном языке для получения необходимой информации;

*владеть:*

- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики различного рода рассуждений;
- навыками критического восприятия информации;
- иностранным языком в объёме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников.

**Виды учебной работы:** лабораторные работы, самостоятельная работа (1-4 семестры).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация программы дисциплины «Философия»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часов).**

**Целью изучения дисциплины «Философия»** является формирование общекультурной компетенции: ОК-1. способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Философия» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**  
Б.1.1.1 история.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Русский язык и культура речи», «Социальная психология». При этом философия является основополагающей дисциплиной в единой системе познания природы, культуры и человеческой личности, дающей целостное представление о мире и о месте человека в нем. Преподавание философии максимально учитывает исходный уровень знаний студентов, полученных ими в средней школе, а также в вузе на предшествующих курсах обучения.

#### **В процессе изучения дисциплины студенты усваивают**

- **знания** об основных направлениях, проблемах, теориях и методах философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития;
- **умения** воспринимать и оценивать научную и социальную информацию; применять законы и категории философии для оценки и анализа различных социальных процессов, фактов и явлений; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа; формировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным вопросам;
- **навыки** публичной речи, ведения дискуссии, практического анализа логики различного рода рассуждений.

Компетенции, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Философия» готовят к освоению профессиональных компетенций по направлению «Электроника и нанoeлектроника».

Основные положения должны быть использованы в качестве общеметодологических принципов в учебной и научно-исследовательской работе, в дальнейшей профессиональной деятельности.

Эти результаты освоения дисциплины «Философия» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования данной компетенции у студентов:

лекции с применением мультимедийных технологий;  
проведение семинаров в форме групповых дискуссий;  
вовлечения студентов в реферативную работу.  
подготовку совместных научных публикаций.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (2 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой.

### **Аннотация программы дисциплины «Экономика и организация производства»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 часов).**

Цели и задачи дисциплины: «Экономика и организация производства» являются формирование у студентов знаний, умений и навыков в области экономики и организации производства: формирование общекультурных компетенций ОК-3.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Экономика и организация производства» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

–Философия.

#### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Производственные ресурсы и показатели эффективности их использования. Основные фонды. Состав и структура основных фондов. Учет и оценка основных фондов. Физический и моральный износ основных фондов. Амортизация основных фондов. Расчет амортизационных отчислений. Показатели и пути улучшения использования основных фондов. Состав и структура оборотных средств. Определение потребности предприятия в оборотных средствах. Источники формирования оборотных средств. Показатели эффективности использования оборотных средств. Трудовой потенциал предприятия. Состав и структура персонала промышленного предприятия. Определение потребности в персонале. Производительность труда как показатель эффективности использования персонала.

Экономический анализ производственно-хозяйственной деятельности. Оценка издержек производства, методы их расчета. Ценообразование на предприятии. Система цен, функции цены. Ценовые стратегии. Прибыль и рентабельность предприятия. Оценка и анализ финансового состояния предприятия.

Организация производственных процессов во времени и пространстве. Расчет длительности производственного цикла при различных видах движения предметов труда с операции на операцию. Оптимизация производственного цикла. Определение длительности производственного цикла сложного производственного процесса.

Организация, нормирование, мотивация и оплата труда. Виды норм. Тарифная Система оплаты труда. Элементы тарифной системы оплаты труда. Мотивация труда как основа управления персоналом.

Планирование производства. Система планов и их взаимосвязь. Стратегическое и оперативное планирование. Сущность, задачи и функции планирования. Принципы и ме-

тоды планирования.

Оценка экономической эффективности инвестиционных и инновационных проектов. Методы оценки эффективности инвестиций: расчет чистой дисконтированной стоимости, срока окупаемости, внутренней нормы доходности. Классификация инвестиционных проектов. Сущность инноваций, их классификация.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:** основы экономических знаний:

**Уметь:** применить знания для оценки эффективности результатов деятельности в различных сферах:

**Владеть:** навыками расчета и анализа экономических показателей.

**Виды учебной работы:** лекции и практические занятия, самостоятельная работа (3 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

### **Аннотация программы дисциплины «Математика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 14 ЗЕТ (504 часа).**

#### **Целью изучения дисциплины**

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных компетенции

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

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

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Математика» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».

#### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: Предмет математики, Введение в математический анализ, Элементы функционального анализа, Элементы высшей алгебры, Дифференциальное исчисление функций одного переменного, Неопределенный интеграл, Определенный интеграл, Дифференциальное исчисление функций многих переменных, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Кратные интегралы, Векторный анализ и элементы теории поля, Криволинейные и поверхностные интегралы, Числовые и функциональные ряды, Элементы операционного исчисления, Дискретная математика.

Изучение данной дисциплины базируется на знании школьного курса элементарной математики.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: Электротехника, Метрология, стандартизация и технические измерения, Прикладная механика, Физика конденсированного состояния, Матери-

аловедение наноструктурированных материалов, Физические основы микро- и наносистемной техники, Физико-химические основы процессов, микро- и нанотехнологии, Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем, Моделирование и проектирование микро- и наносистем.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и многих переменных, а также математический аппарат теории функций комплексной переменной, основные методы решения задач теории дифференциального и интегрального исчисления, а также теории функций комплексной переменной.

**уметь:** доказывать утверждения математического анализа и теории функций комплексной переменной, применять на практике основные методы решения задач математического анализа и теории функций комплексной переменной.

**Владеть:** универсальным математическим аппаратом, позволяющим решать практические задачи; стандартными методами математического анализа и теории функций комплексной переменной, а также применять их к решению прикладных задач.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (1 и 2 семестры).

**Изучение дисциплины заканчивается** экзаменом.

## **Аннотация программы дисциплины «Физика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 14 ЗЕТ (504 часа).**

**Цели освоения учебной дисциплины** - формирование компетенций:

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК1);
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат(ОПК2).

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Физика» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется** на знаниях по дисциплинам модуля «Математика» и на знаниях по школьному курсу «Физика».

**Основные положения** дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- «Теоретические основы электротехники»;
- «Материалы электронной техники»;
- «Микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС»;
- «Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники»;
- «Квантовая механика и статистическая физика»;
- «Физика конденсированного состояния»;
- «Физика поверхности полупроводников»;
- «Автоматизация разработки технологических процессов»;
- «Физико-технологические основы пленочной электроники»;
- «Физико-технологические основы полупроводниковой электроники»;
- «Измерения и контроль в нано- и микроэлектронике»;
- «Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов»;
- «Нанoeлектроника»;
- «Нанотехнология»;
- «Технология электронной компонентной базы»;
- «Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники»;
- «Моделирование датчиковой аппаратуры»;
- «Основы проектирования электронной компонентной базы»;
- «Проектирование датчиковой аппаратуры»;
- «Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники»;
- «Физико-технологические основы функциональной электроники»;
- «Методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники»;
- «Применение атомно-силовых и туннельных микроскопов и манипуляторов»;
- «Системы обработки измерительных сигналов»;
- «Технология нано- и микроэлектромеханических систем»;
- «Физика и технология магнитных материалов»;
- «Производственная практика»;
- «Преддипломная практика»;

**В ходе изучения дисциплины «Физика» студенты должны:**

Знать: фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики

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

Владеть: навыками практического применения законов физики.

**Содержание дисциплины** охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: физические основы механики; механические колебания и волны; молекулярная физика; термодинамика; электростатика; постоянный электрический ток; магнитное поле; волновые свойства излучения; квантовые свойства излучения; элементы квантовой механики; атомное ядро; элементарные частицы.

**Качество обучения** достигается за счет использования следующих форм учебной работы: чтение лекций в традиционной форме; с применением мультимедийного проектора для показа слайдов, фрагментов диафильмов и видеофильмов по различным темам; показ демонстрационного эксперимента; контроль самостоятельной работы студентов в форме коллоквиума по лекционному курсу. Проведение тестового опроса знаний студентов; проведение лабораторных работ малыми группами исполнителей по 2 – 3 студента, организация коллективного обсуждения экспериментальных результатов и защиты лабораторных работ в форме семинаров и коллоквиумов, отработка навыков работы с измерительным и исследовательским оборудованием.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (2,3 семестры).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом и экзаменом.

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Химия»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часа)**

**Цели и задачи дисциплины:** является обеспечение будущего бакалавра знаниями в области современных достижений в химии, получение навыков применения полученных знаний в будущей специальности.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Химия» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

**Компетенции:** В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

(ОПК-1) - способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов есте-

ственных наук и математики.

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

**Основные дидактические единицы (разделы):**

классификация неорганических веществ; основные законы химии; периодическая система Менделеева и строение атомов; основные типы химической связи; свойства элементов и их соединений в зависимости от их места в системе Менделеева; растворы; способы выражения концентрации веществ; окислительно-восстановительные реакции; кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства неорганических соединений; свойства растворов электролитов; скорость химических реакций и катализ, классификация, классификация электрохимических элементов. Измерение э.д.с. Химические источники тока. Определение термодинамических параметров электрохимического процесса. Классификация электродов. Кинетика электрохимических реакций.

**В результате изучения дисциплины «Химия» студент должен:**

**знать:** основные химические понятия и законы, кинетику электрохимических реакций.

**уметь:** выявлять взаимосвязь между строением и составом вещества и его свойствами, применять химические законы для решения практических задач; определять возможность протекания процессов и прогнозировать смещение равновесия в процессах при изменении внешних условий; определять основные термодинамические параметры электрохимических процессов.

**владеть:** навыками практического применения законов химии, навыками обработки и анализа результатов исследований, способами адекватного реагирования в чрезвычайных ситуациях;

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия. (1 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Линейная алгебра и аналитическая геометрия»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 3 ЗЕТ (108 часа).**

**Цели и задачи дисциплины:** ознакомление с основными понятиями современной линейной алгебры и аналитической геометрии и их приложениями; изучение основ линейной алгебры и аналитической геометрии, необходимых для освоения других математических дисциплин и развития практических навыков решения задач; формирование у студентов представлений о линейной алгебре и аналитической геометрии, как одной из важнейших математических дисциплин, имеющей свой предмет, задачи и методы.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**  
математика в объеме средней школы.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

теория вероятностей и математическая статистика, физика, квантовая механика и статистическая физика, физика конденсированного состояния, физика поверхности полупроводников, физика полупроводниковых приборов и ИМС, автоматизированные методы обработки результатов эксперимента, микросхемотехника и системотехника, схемотехника, измерения и контроль в нано- и микроэлектронике; математическое моделирование компонентов электронной техники, моделирование датчиковой аппаратуры, расчет и проектирование тонкопленочных структур, системы обработки измерительных сигналов.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Определители и матрицы

Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

Векторы. Операции над векторами.

Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов

Линии на плоскости

Кривые второго порядка

Геометрия плоскостей и прямых в пространстве.

Поверхности второго порядка

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

основные законы, методы и положения теории линейной алгебры и аналитической геометрии;

базовые понятия и основные технические приемы матричной алгебры, аналитической геометрии, теории линейных пространств.

**уметь:**

применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии при решении прикладных задач;

самостоятельно разбираться в математическом аппарате, содержащемся в специальной литературе; доводить решение задачи до практически приемлемого результата; проводить доказательства и делать выводы;

решать основные задачи, формулировать и доказывать теоремы линейной алгебры и аналитической геометрии

**владеть:**

универсальным математическим аппаратом, позволяющим решать практические задачи;

стандартными методами аналитической геометрии и линейной алгебры и их применением к решению прикладных задач.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (1 семестр).

**Изучение дисциплины экзаменом.**

## **Аннотация программы дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часа).**

### **Цели и задачи дисциплины**

Основная цель изучения дисциплины заключается в формировании у студентов устойчивых навыков по графическому отображению технических идей с помощью чертежа, а также понимания по чертежу конструкции изделия и принципа действия изображаемого изделия.

Основными задачами изучения является выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, а также для изучения правил и стандартов графического оформления конструкторской и технической документации на основные объекты проектирования в соответствии со специальностью, в том числе с использованием САПР.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

### **В результате изучения данного курса студенты должны:**

Коды формируемых компетенций: ОПК-4, ОПК-9.

**Знать:** теорию и основные правила построения эскизов, чертежей, схем, нанесения надписей, размеров и отклонений, правила оформления графических изображений в соответствии со стандартами ЕСКД.

**Уметь:** читать чертежи и схемы, выполнять технические изображения в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, выполнять эскизирование, детализирование, сборочные чертежи, электрические схемы, в том числе с применением средств компьютерной графики.

**Владеть навыками:** способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации, в том числе, с применением пакетов компьютерных программ.

### **Содержание учебной дисциплины**

Теоретические основы создания изображений на чертеже. Геометрические построения на чертежах. Правила оформления конструкторских графических документов. Виды изделий и конструкторских документов. Стандартные изображения на чертежах. Нанесение размеров на чертежах. Правила выполнения схем электрических. Выполнение чертежей печатных плат. Соединения деталей. Сборочный чертеж изделия. Традиционные и компьютерные технологии выполнения чертежей и схем. Системы автоматизированного проектирования. Твёрдотельное моделирование.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (3 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается:** зачетом.

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Теоретические основы электротехники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часа)**

### **Цели освоения дисциплины**

формирование общепрофессиональных компетенций ОПК-3 «Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Учебная дисциплина «Теоретические основы электротехники» относится к базовой части программы и является одной из дисциплин, формирующей общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавров по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

#### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- «Математика», разделы: системы линейных уравнений, дифференциальное и интегральное исчисление, элементы операционного исчисления, функции комплексной переменной, теория рядов) (математический и естественнонаучный цикл);
- «Физика», разделы: электричество, магнетизм (математический и естественнонаучный цикл).

Основные положения дисциплины будут использованы в дальнейшем при изучении дисциплин учебного плана, использующих методы анализа и расчета характеристик электрических цепей.

#### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Предмет и задачи дисциплины. Общая характеристика и структура курса. Обзор рекомендуемой литературы.

Ток, напряжение, ЭДС, мощность электрической цепи. Пассивные элементы (резистивный, индуктивный, емкостной) и их характеристики. Источники напряжения и тока. Замещение реальных элементов идеализированными. Электрическая цепь (основные определения, условные обозначения). Законы Ома и Кирхгофа. Баланс мощности в цепи. Передача мощности в нагрузку.

Эквивалентные преобразования цепей. Расчет электрической цепи методом преобразования. Методы расчета сложных электрических цепей.

Основные параметры синусоидальных сигналов. Среднее и действующее значение. Временные и векторные диаграммы. Характеристики элементов цепи в установившемся синусоидальном режиме. Применение комплексной формы записи для расчета электрических цепей (метод комплексных амплитуд). Комплексная мощность, баланс мощностей.

Периодические сигналы и ряды Фурье. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье (с помощью аналитических формул и графоаналитического метода). Спектры периодических сигналов. Расчет электрической цепи при периодическом несинусоидальном воздействии. Определение спектра реакции цепи по спектру воздействия и частотным характеристикам цепи. Действующее значение несинусоидального сигнала. Мощности.

Временное и спектральное представление периодического сигнала. Спектральная (частотная) характеристика. Спектр непериодического сигнала. Связь между дискретным и сплошным спектрами. Распределение энергии в спектре. Применение спектрального ме-

тогда для расчета электрических цепей.

Понятие переходного процесса. Законы коммутации.

Классический метод анализа переходных процессов. Переходные процессы в цепях первого и второго порядка при включении источников постоянных сигналов.

Операторный метод анализа цепей. Схемы замещения элементов цепи. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Анализ переходных процессов операторным методом.

Определение реакции цепи при воздействии сигналов произвольной формы. Переходная характеристика. Интеграл Дюамеля.

Основные понятия и определения. Системы уравнений. А-параметры. Передаточные функции. АЧХ и ФЧХ. Характеристические параметры. Оценка передачи сигнала четырехполюсником.

Электрические фильтры. Основные понятия и определения, классификация. Особенности и принципы построения реактивных, безындукционных и активных фильтров.

Классификация нелинейных элементов, примеры ВАХ нелинейных элементов. Статические и дифференциальные параметры. Замена нелинейных элементов на эквивалентные линейные. Графические методы расчета нелинейных цепей.

Магнитные цепи. Характеристики ферромагнитных материалов. Основные законы и уравнения для магнитных цепей. Простые и разветвленные магнитные цепи, методы их анализа и расчета.

Обобщение пройденного материала. Рекомендации по использованию изученного материала при освоении дисциплин учебного плана, где потребуются методы расчета и анализа электрических и магнитных цепей.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:** основы теории пассивных и активных, линейных и нелинейных электрических цепей, а также основы теории магнитных цепей:

**уметь:**

- составлять и анализировать схемы замещения электротехнических устройств;
- проводить расчет характеристик электрических цепей при постоянных, синусоидальных и несинусоидальных воздействиях, а также при переходных процессах;
- анализировать характеристики электрических цепей (в том числе с использованием средств и методов вычислительной техники);
- выполнять экспериментальные исследования процессов в электрических цепях:

**владеть:** методами анализа и расчета характеристик электрических цепей.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (4 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

## **Аннотация программы дисциплины «Социология»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микрoeлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часов).**

**Целью изучения** дисциплины «Социология» является формирование компетенций:

(ОК-6) - способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия.

(ОК-7) – способностью к самоорганизации и самообразованию.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Социология» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

Курс «Социология» опирается на знания, полученные в ходе изучения курсов математики, физики.

Компетенции приобретенные в ходе изучения «Социология» готовят студента к освоению профессиональных компетенций.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Социология как наука. Объект, предмет и метод социологии. Организация и проведение социологического исследования. Общество как социокультурная система. Социальные институты и социальные организации. Семья как социальный институт. Социология личности. Социальное управление, социальные процессы и социальные изменения. Социальная структура общества (социальные группы, социальная стратификация и социальная мобильность). Национально-этническая структура общества.

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

#### **Знать:**

- основные закономерности и формы регуляции социального поведения;
- виды и закономерности социальных процессов и явлений;
- основные тенденции формирования социальной структуры современного общества;
- основные методы измерения социологической информации, методы сбора социальной информации и ее обработки.

#### **Уметь:**

- понимать и анализировать социально значимые проблемы (расслоение общества, нарастание социальной напряженности, необходимость изменения социально-экономического курса политики государства и т.д.);
- понимать и анализировать социально значимые процессы (переход к рыночной экономике, эволюционное развитие общества, изменение общественных ценностей, изменение социальной структуры общества и т.д.)
- использовать приемы анализа социальных проблем для их адекватной оценки.

#### **Владеть:**

- методами сбора социальной информации;
- основными методами измерения социологической информации;
- методами обработки и использования социологической информации в

социальной и профессиональной деятельности.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

**Цель** изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является формирование компетенции:

ОК-9: готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

В результате изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» студенты должны:

#### **знать:**

- международные и российские стандарты и нормы в области безопасности жизнедеятельности;
- теоретические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности в профессиональной сфере;
- основные техносферные опасности и риски, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека, методы защиты от них;

#### **уметь:**

- идентифицировать основные производственные факторы, выбирать методы защиты от них и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;

#### **владеть:**

- навыками использования измерительных приборов и расчетов для определения значений производственных факторов;
- основными методами защиты производственного персонала и населения от воздействий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

#### **Взаимосвязь с другими дисциплинами:**

Курс «Безопасность жизнедеятельности» опирается на знания, полученные в ходе изучения курсов математики, физики.

Компетенции приобретенные в ходе изучения «Безопасности жизнедеятельности» готовят студента к освоению профессиональных компетенций.

#### **Содержание дисциплины**

Государственная политика в области охраны труда и промышленной безопасности. Задачи и полномочия органов управления РФ и ее субъектов в области охраны труда. Нормативная и нормативно-техническая документация по охране труда. Международное

сотрудничество. Управление внутренней мотивацией работников на безопасный труд и соблюдение требований охраны труда. Организация обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. Документация и отчетность по охране труда. Энергетические затраты при различных формах деятельности. Оценка тяжести и напряженности трудовой деятельности. Защита от опасностей технических систем и производственных процессов. Качественный и количественный анализ опасностей. Средства электробезопасности. Общие принципы защиты от опасностей. Защита от влияния инфракрасного излучения, высоких и низких температур. ЧС, классификация и причины возникновения. Характеристика и классификация ЧС техногенного происхождения. Характеристика ЧС природного происхождения. Мероприятия по защите населения и территорий в ЧС. Приемы оказания первой доврачебной помощи. Измерение сопротивления изоляции проводов электрических сетей. Оценка шума и методы его снижения. Расследование обстоятельств несчастных случаев на производстве. Определение степени профпригодности операторов.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация программы дисциплины «Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 8 ЗЕТ (288 часов).**

Целями освоения учебной дисциплины «Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента» является изучение программного обеспечения для автоматизированной обработки результатов физического эксперимента, численного моделирования и основных методов вычислительной математики для решения задач в области электроники и нанoeлектроники.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

#### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математический анализ и теория функций комплексных переменных;
- физика;
- химия;
- компьютерные и информационные технологии в nano- и микроэлектронике.

#### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Предмет дисциплины и его место в системе подготовки специалистов в области микроэлектроники и твердотельной электроники. Задачи дисциплины, обобщенная характеристика ее разделов и связь с другими дисциплинами.

Историческая справка о появлении и развитии информационно-измерительных систем (ИИС) и вычислительной математики (ВМ). Роль вычислительной техники в развитии ВМ. Основные понятия ВМ: математическая модель, математическое моделирование, численные методы.

Численные методы как предмет изучения ВМ.

Современные методы и средства автоматизированной обработки результатов эксперимента.

Назначение и области применения ИИС. Обобщенная структура ИИС. Характеристика основных узлов ИИС. Обработка и представление измерительной информации в ИИС. Примеры современных ИИС на базе ПК

Аналоговые преобразователи измерительных сигналов. АЦП и ЦАП. Вычислительные средства. Интерфейсы.

Цифровая обработка сигналов. Применение численных методов для обработки измерительной информации в ИИС.

Прямая задача. Обратная задача. Математические модели, связанные с проектированием управляющих систем. Технологическая цепочка ВМ. Континуальные и дискретные математические модели. Проблемы, связанные с применением численных методов к решению задач ВМ: погрешности аппроксимации, погрешности округления, устойчивость вычислительного алгоритма.

Математические модели объектов и процессов в микроэлектронике. Актуальность автоматизации моделирования и обработки измерительной информации в микроэлектронных технологиях.

Понятие линейного уравнения. Формы записи системы линейных уравнений. Прямые методы решения систем линейных уравнений: метод Гаусса, метод разложения на треугольные матрицы – метод LU-факторизации. Итерационные методы: метод простых итераций, метод Зейделя. Преимущества и недостатки применения итерационных методов.

Использование данных методов для совокупных измерений при технологическом контроле микроэлектронных процессов и расчете характеристик устройств микроэлектроники.

Понятие интерполяции (интерполирования). Задача интерполяции с современной точки зрения. Постановка задачи интерполяции. Формулировка задачи интерполяции в общем виде. Использование интерполяции при обработке результатов эксперимента.

Параболическая (алгебраическая) интерполяция. Интерполяционная формула Лагранжа. Схема Эйткина.

Интерполирование при равноинтервальном задании аргумента. Понятие конечных разностей. Интерполяционные формулы Ньютона.

Многоинтервальная интерполяция: кусочно-линейная интерполяция, квадратичная интерполяция. Сплайн интерполяция. Понятия экстраполяции и обратной интерполяции.

Применение численного дифференцирования в практических задачах. Частные производные. Понятие чувствительности.

Понятие нелинейного уравнения. Методы решения нелинейных уравнений: метод хорд, метод касательных, модифицированный метод Ньютона, комбинированный метод секущих-хорд, метод обратной интерполяции-экстраполяции, метод простых итераций.

Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона (Ньютона-Рафсона).

Приближенное интегрирование с применением интерполяционных формул. Метод прямоугольников. Модифицированный метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона.

Классификация приближенных методов интегрирования дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.

Автоматическое изменение шага в ходе решения систем дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты с автоматическим изменением шага.

Поиск экстремумов функций одной переменной. Метод равномерного поиска. Метод поразрядного приближения. Метод дихотомии. Метод золотого сечения.

Понятие регрессии и регрессионной зависимости. Метод наименьших квадратов. Линейная, полиномиальная и другие виды регрессионных зависимостей. Использование регрессионного анализа при автоматизированной обработке результатов эксперимента.

## **В результате изучения дисциплины студент должен**

### **Знать:**

- основные методики обработки и представления экспериментальных данных;
- программное обеспечение для автоматизированной обработки результатов эксперимента, основные методы численного моделирования и вычислительной математики для решения задач в предметной области.

### **Уметь:**

- обрабатывать результаты экспериментов с применением современных информаци-

онных технологий и технических средств;

- соблюдать основные требования информационной безопасности.

**Владеть:**

- основными программными средствами обработки и представления экспериментальных данных;
- навыками работы с компьютером, методами информационных технологий.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, курсовой проект (4 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом, экзаменом и курсовым проектом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Теория вероятностей и математическая статистика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 3 ЗЕТ (108 часа)**

**Цели и задачи дисциплины:** изучение основ теории вероятностей, математической статистики;

приобретение навыков применения вероятностных методов к решению задач, возникающих при моделировании процессов и явлений, изучаемых естественными науками, физико-техническими и инженерно-физическими дисциплинами;

формирование у студентов представлений о теории вероятностей, математической статистике, как одной из важнейших математических дисциплин, имеющей свой предмет, задачи и методы.

**Место дисциплины в учебном процессе:**

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:** «Математика» в объеме средней школы, «Математический анализ».

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

физика, квантовая механика и статистическая физика, физика конденсированного состояния, физика поверхности полупроводников, физика полупроводниковых приборов и ИМС, автоматизированные методы обработки результатов эксперимента, микросхемотехника и системотехника, схемотехника, измерения и контроль в нано- и микроэлектронике;

математическое моделирование компонентов электронной техники, моделирование датчиковой аппаратуры, расчет и проектирование тонкопленочных структур, системы обработки измерительных сигналов.

**Основные дидактические единицы (разделы):**

Основные понятия и определения теории вероятностей

Основные теоремы теории вероятностей  
Последовательность независимых испытаний.  
Законы распределения вероятностей дискретных и непрерывных случайных величин.

Числовые характеристики случайных величин.

Некоторые виды распределений случайных величин

Системы случайных величин. Функции случайных величин.

Теоремы Чебышева и Бернулли. Центральная предельная теорема.

Выборка и ее представления.

Статистические оценки параметров распределения.

Проверка статистических гипотез.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

основные законы, методы и положения теории вероятностей и математической статистики; базовые понятия и основные технические приемы теории вероятностей и математической статистики.

**уметь:**

применять методы теории вероятностей и математической статистики при решении прикладных задач;

самостоятельно разбираться в математическом аппарате, содержащемся в специальной литературе; доводить решение задачи до практически приемлемого результата; проводить доказательства и делать выводы;

решать основные задачи, формулировать и доказывать основные теоремы теории вероятностей.

**владеть:**

универсальным математическим аппаратом, позволяющим решать практические задачи;

стандартными методами теории вероятностей и математической статистики и их применением к решению прикладных задач.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (2 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:**

Изучение основных законов и математического аппарата квантовой механики и статистической физики, формирование навыков применения этих законов для анализа динамики микрочастиц и физических свойств равновесных макроскопических систем, обучение решению конкретных задач квантовой механики и статистической физики.

**Место дисциплины в учебном процессе:**

Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» в учебном плане находится в базовой части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессио-

нальные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

**Компетенции:**

**ОПК - 1**

Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

**Знать:** физические явления и законы, присущие низкоразмерным квантовым системам

**Уметь:** анализировать динамику электронов, атомов и других микрообъектов с использованием представлений и законов квантовой механики

**Владеть:** основными математическими методами нерелятивистской квантовой механики и статистической физики

**ОПК - 2**

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

**Знать:** основные понятия, законы и наиболее важные элементы математического аппарата квантовой механики и статистической физики

**Уметь:** исследовать свойства квантовых систем методами статистической механики

**Владеть:** навыками практического применения принципов квантовой механики для решения прикладных задач.

**Основные дидактические единицы (разделы):**

Возникновение квантовой теории. Тепловое излучение, законы теплового излучения. Модели атома. Корпускулярно-волновой дуализм природы светового излучения. Теория Бора для водородоподобных систем. Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции электронов. Соотношения неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция и ее статистический смысл. Уравнение Шредингера. для обобщенного случая и для стационарных состояний. Движение свободной квантовой частицы. Электрон в потенциальной яме. Гармонический осциллятор в квантовой механике. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Строение атома согласно квантовой теории. Операторы физических величин. Амплитуды вероятности. Общие принципы квантовой механики. Кратность вырождения. Эффект Зеемана. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Твердые тела. Интерполяционная формула Дебая.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа (3 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом и экзаменом.

**Аннотация программы дисциплины  
«Компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов).**

Целями освоения учебной дисциплины «Компьютерные технологии в нано- и мик-

роэлектронике» являются изучение основных понятий, моделей и методов информатики и информационных технологий, практическое освоение информационных и информационно-коммуникационных технологий (и инструментальных средств) для решения типовых задач профессиональной деятельности и организации труда.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Компьютерные технологии в nano- и микроэлектронике» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника».

### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика, химия;
- информационные технологии.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Предмет дисциплины и его место в системе подготовки бакалавров в области электроники и микроэлектроники. Задачи дисциплины, обобщенная характеристика ее разделов и связь с другими дисциплинами.

Возможности современных информационных технологий в области автоматизации проектирования и моделирования и их применение в проектировании изделий nano- и микроэлектроники на практике.

Базовый комплект ПК, назначение его составляющих.

Основные виды памяти ПК и их назначение. Основные характеристики дисковых накопителей ПК. Группы клавиш и их функциональное назначение.

Тип данных как способ представления данных в памяти компьютера. Числовые типы данных. Символьные и логические типы. Переменные и константы; простые и сложные данные. Массивы. Типы данных в вычислительных средах (MatLab, Mathcad, MS Excel). Основные правила выполнения операций над данными в этих средах.

Основные функции операционной системы (ОС). Структура ОС, модули и их назначение. Драйвер. Дисковые накопители в ОС. Файл, каталог, файловая система. Системный диск, текущий (рабочий) диск. Корневой каталог, подкаталог, текущий каталог. Элементы экранного интерфейса Windows. Приложения. Справочная система.

Файловый менеджер. Информация о файлах и файловой структуре. Работа с дисками, каталогами и файлами: переключение дисков, создание каталогов, копирование и удаление файлов, поиск файлов и др.

Особенности работы с технической документацией в среде MS Word: использование редактора формул, встроенного графического редактора для построения иллюстраций, построение диаграмм и блок-схем, работа с таблицами.

Основы работы в табличном процессоре MS Excel: ввод данных, задание формул, построение графиков и диаграмм, анализ данных

Машинный язык и языки высокого уровня. Их классификация. Понятие о компиляции и интерпретации.

Принцип программного управления функционированием ЭВМ. Понятие ячейки памяти. Алгоритм и его свойства. Входные, выходные, промежуточные данные алгоритма. Способы записи алгоритмов. Блок-схема. Псевдокод. Программа. Краткая характеристика возможности программирования в средах MatLab, Mathcad, MS Excel.

Блок-схема как способ изображения алгоритма. Элементы блок-схемы. Основные алгоритмические структуры: следование, ветвление (альтернатива), цикл. Виды циклов. Кодирование алгоритмических структур в среде Mathcad. Понятие о нисходящем проектировании алгоритмов и структурном программировании.

Изучение возможностей редакторов для разработки чертежей: набор инструментов и

команды редактирования, выбор параметров линий, использование координатной сетки, виды штриховок и заливка, работа со слоями.

Виды технологий разработки программ. Критерии качества программ. Анализ задачи и разработка внешней спецификации программы. Этапы разработки программ. Тестирование, отладка и документирование программ.

Назначение подпрограмм и функций. Описание и вызов подпрограммы (функции). Способы передачи данных между программой и подпрограммой. Формальные и фактические параметры подпрограммы. Понятие о глобальных данных. Функции в Mathcad. Понятие о макросах.

Принципы схемотехнического моделирования. Виды анализа.

Моделирование аналоговых электронных схем. Моделирование цифровых электронных схем. Представление результатов моделирования.

Назначение, область применения, основные возможности, принципы организации. Назначение, состав, принципы функционирования САПР P-CAD. Создание принципиальных электрических схем в редакторе Schematic. Работа с библиотеками компонентов в P-CAD. Размещение компонентов на печатной плате в редакторе PCB. Автоматическая трассировка печатных плат. Ручная трассировка печатных плат в редакторе PCB. Выполнение сборочных чертежей и чертежей печатных плат в редакторе PCB. Подготовка печати в редакторе PCB.

Структура гипертекстового документа. Основные теги форматирования гипертекстовых документов. Таблицы в гипертекстовых документах. Назначение, способы построения таблиц. Растровая графика, форматы: назначение и особенности применения.

Графические и фоновые изображения в гипертекстовых документах.

Использование гиперссылок в гипертекстовых документах.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- основные факты, базовые концепции, принципы, модели и методы в области информатики и информационных технологий (ОПК-5);
- технологию работы на ПК в современных операционных средах (ОПК-6);
- основные методы разработки алгоритмов и программ; структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов; типовые алгоритмы обработки данных (ОПК-5);

#### **Уметь:**

- решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя (ОПК-6, ОПК-7);

#### **Владеть:**

- современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения частных задач в своей профессиональной деятельности и для организации своего труда (среды разработки программ, математические пакеты, программы схемотехнического моделирования и графические системы) (ОПК-7, ОПК-9);

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (2 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовым проектом, зачетом и экзаменом.

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Квантовая и оптическая электроника»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 6 ЗЕТ (216 часов)**

### **Цели и задачи дисциплины:**

Изучение фундаментальных физических процессов, лежащих в основе современной квантовой и оптической электроники, определение перспективных направлений дальнейшего развития, рассмотрение принципов действия, особенностей конструкций, технических характеристик приборов и устройств квантовой и оптической электроники.

### **Место дисциплины в учебном процессе:**

В учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

### **Компетенции:**

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

**Знать:** основные физические законы, лежащие в основе принципов работы элементов квантовой и оптической электроники;

**Уметь:** собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и наноэлектроники;

**Владеть:** навыками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.

**Основные дидактические единицы (разделы):** Основные исторические этапы становления квантовой и оптической электроники. Природа света. Поляризация, интерференция света, дифракция. Отражение и пропускание света, поглощение и рассеяние. Тепловое излучение. Элементы квантовой оптики. Фотоэлектрические эффекты. Оптика полупроводников. Квантовые усилители и генераторы. Оптические резонаторы. Свойства, распространение и преобразование лазерного излучения. Источники когерентного излучения. Источники некогерентного излучения. Фотоприемники. Волоконно – оптические линии связи. Элементы интегральной оптики.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (7 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом и экзаменом.**

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Схемотехника»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 4 ЗЕТ (144 часа)**

**Цели и задачи дисциплины:** изучение основных схемотехнических решений и функциональных узлов аналоговой и цифровой электроники; научиться синтезировать простейшие электронные устройства, содержащие усилители, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, логические интегральные схемы, силовые электронные ключи и знако-цифровые индикаторы

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Схемотехника» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

математика, физика, химия, теоретические основы электротехники, компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

расчет и проектирование тонкопленочных структур; основы проектирования электронной компонентной базы; микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Введение. Основные функциональные узлы схем. Обзор основных полупроводниковых приборов и принципов их функционирования. Усилители, стабилизаторы, генераторы. Диоды, биполярные и полевые транзисторы. ИС как основа современной аналоговой схемотехники. Операционные усилители. Транзисторные усилительные каскады. Параметрические стабилизаторы тока и напряжения. Эквивалентная схема усилителя. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Дифференциальные усилители. Многокаскадные усилители. Основные параметры стабилизаторов тока и напряжения. Параметрические стабилизаторы тока на ОУ. Параметрические стабилизаторы напряжения на стабилизаторах, стабилитронах и светодиодах. Мостовые параметрические стабилизаторы. Интегральные источники опорного напряжения. Обратная связь в усилительных устройствах. Операционные усилители (ОУ). Виды обратной связи. Влияние обратной связи на параметры усилительных устройств. Устойчивость устройств, охваченных обратной связью. Оценка устойчивости по различным критериям. Операционные усилители. Идеальный ОУ. Основные параметры и характеристики ОУ. Основные схемы включения ОУ. Инвертирующий, неинвертирующий, дифференциальный, логарифмический усилители. Интегратор и дифференциатор. Активные фильтры на ОУ. Усилители мощности на основе ОУ. Линейные стабилизаторы тока и напряжения компенсационного типа. Усилители мощности на основе ОУ. Компенсационные стабилизаторы с непрерывным регулированием. Источники опорного напряжения. Линейные стабилизаторы интегрального исполнения. Генераторы сигналов. Генераторы на основе ОУ. Электронные ключи. Условия возникновения генерации. Генераторы синусоидального напряжения и генераторы импульсов на ОУ. Генераторы на основе ОУ. Основные параметры электронных ключей. Аналоговые и цифровые электронные ключи. Ключи на биполярных и полевых транзисторах. Основы импульсной схемотехники. Импульсные преобразователи. Линейные формирователи импульсов. Дифференцирующие и укорачивающие цепи. Интегрирующие цепи. Им-

пульсные трансформаторы. Линии задержки и формирующие цепи. Нелинейные формирователи импульсов. Транзисторные переключатели тока. Ограничители и фиксаторы уровня. Усилители класса D. Основы цифровой схемотехники. Элементы логических схем. ШИМ-модуляция. Базовые логические элементы. Триггеры. Счетчики импульсов. Регистры. Мультиплексоры и демультиплексоры. Шифраторы и дешифраторы. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Параллельные и последовательные ЦАП. Параметры ЦАП. Применение ЦАП. Параллельные, последовательно-параллельные, последовательные и интегральные АЦП. Параметры АЦП. Применение АЦП. Электронные устройства отображения информации. Знако-цифровые индикаторы. Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Буквенно-цифровые индикаторы. Матричные индикаторы. Вакуумные электролюминесцентные индикаторы. Жидкокристаллические индикаторы.

**В результате изучения дисциплины студент должен**  
**знать:**

основные принципы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей;

типовые схемотехнические решения, применяемые в схемотехнике.

**уметь:**

применять типовые методики решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей;

выполнять расчет электронных схем усилителей, стабилизаторов и генераторов с использованием средств автоматизации проектирования.

**владеть:**

навыками решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей;

современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе аналоговой и цифровой элементной базы.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (5 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовой работой и зачетом с оценкой.

#### **Аннотация программы дисциплины «Физическая культура»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

**Целью изучения дисциплины «Физическая культура»** является формирование общекультурной компетенции:

способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8).

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Физическая культура» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Научно-биологические и практические основы физической культуры и здорового образа жизни, понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности, методы и средства развития физического потенциала человека (сила, быстрота, выносливость, гибкость, координация), законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорту.

На основе приобретенных знаний у студентов формируются умения и навыки организации и проведения оздоровительных, профессионально-прикладных, спортивных занятий, физкультурно-спортивных конкурсов и соревнований - обеспечивающие сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие, развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре.

Результаты освоения дисциплины «Физическая культура» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования данной компетенции у студентов:

- проведение методико-практических занятий в форме групповых дискуссий;
- проведение учебно-тренировочных занятий на основе концепции «спортизации физического воспитания» и индивидуального подхода;
- вовлечения студентов в научно-методическую деятельность.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:** научно-биологические и практические основы физической культуры и здорового образа жизни; социальную роль физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности; методы и средства развития физических качеств человека (сила, быстрота, выносливость, гибкость, координация); законодательство РФ по физической культуре и спорту;

**уметь:** реализовывать знания по организации и проведению оздоровительных, профессионально-прикладных, спортивных занятий, физкультурно-спортивных конкурсов и соревнований в практической деятельности;

**владеть:** основами законодательства по физической культуре и спорту, методами и средствами физического воспитания и спорта для оптимизации работоспособности и здорового образа жизни; навыками организации и проведения оздоровительных, профессионально-прикладных, спортивных занятий, физкультурно-спортивных конкурсов и соревнований, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психического благополучия, развития и совершенствования психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре.

**Виды учебной работы:** практические занятия (4 и 6 семестры).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Правовое обеспечение профессиональной деятельности»  
направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

**Целью изучения дисциплины «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» является формирование следующих компетенций:**

- Способность использовать основу правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- Способность использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8).

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Учебная дисциплина «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» относится к базовой части. Содержание дисциплины рассчитано на студентов, имеющих общие представления и базовые знания по таким дисциплинам из школьной программы, как «обществознание», «человек и общество», «основы правовых знаний», необходимые для изучения отдельных категорий государства и права.

**В ходе изучения дисциплины** «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» студенты усваивают ряд основных знаний:

- роль правовых и моральных норм в социальном взаимодействии,
- соотношение правовых норм и норм морали (единство, различия, взаимодействие и противоречия),
- основные положения конституционного, гражданского, трудового, уголовного и экологического законодательства Российской Федерации и другие нормативно-правовые акты в рамках своей будущей профессиональной деятельности,
- основы работы со СПС «Гарант» и «Консультант +»,
- содержание гражданских, трудовых и иных прав, порядок их реализации и защиты,
- виды и основания гражданской и уголовной ответственности по законодательству Российской Федерации.

**На основе приобретенных знаний формируются умения:**

- использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, основные закономерности и формы регуляции социального поведения, прав и свобод гражданина при разработке социальных проектов;
- собирать нормативную информацию по профилю своей профессиональной деятельности;
- обнаружить в нормативно-правовых актах нормы, необходимые для профессиональной деятельности;
- анализировать юридические нормы, побуждающие к корректировке профессиональной деятельности;
- обосновывать и принимать в пределах должностных обязанностей решения, а также совершать действия, связанные с реализацией правовых норм.
- демонстрировать готовность к проявлению гражданской позиции

### **Приобретаются навыки владения**

- применения действующего законодательства и иных социальных норм в практической деятельности;
- анализа нормативных актов, обоснования и формулирования принятия необходимых изменений в действующие нормативные правовые акты;
- правильного определения юридически спорной ситуации на базе соответствующих правовых и норм;
- приемами разрешения трудовых и иных споров в соответствии с правовыми и этическими нормами;
- работы со СПС «Гарант» и «Консультант +».

Продолжительность изучения дисциплины - один семестр

**Виды учебной работы:** лекции , практические занятия, самостоятельная работа

(3 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Компьютерный английский язык»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часа).**

**Целью дисциплины «Компьютерный английский язык» является формирование профессиональной компетенции:**

ОК-5 способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

**Задачи изучения дисциплины:**

- приобретение знаний в области иностранного языка;
- изучение теории иностранного языка и культуры общения на иностранном языке;
- овладение всеми видами речевой деятельности на изучаемом иностранном языке (чтение, говорение, письмо, аудирование);
- знакомство с различными видами деятельности в области теории и практики межкультурной коммуникации;
- изучение культуры и географии стран изучаемого языка.

**Место дисциплины в структуре ООП:**

3. Дисциплина «Компьютерный английский язык» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

4. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях школьной подготовки студентов по иностранному языку и на знании дисциплин: история, философия, правоведение, культурология, психология и педагогика, этика и эстетика.

**5. Содержание дисциплины. Основные разделы:**

6. Высшее образование в России. Высшее образование в Великобритании и США. Изобретатели и изобретения. Научно-технический прогресс. Современные средства связи. Вычислительная техника. Автоматизация. Робототехника. Культура и традиции стран изучаемого языка. Образование. Поиск работы. Компьютерные системы. Компьютерная грамотность. Счетные приборы-предшественники компьютеров. Пять поколений компьютеров. Развитие компьютеров. Персональный компьютер. Современные хакеры. Компьютерная безопасность. Виртуальная реальность.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- роль перевода в межкультурной коммуникации;
- понятие эквивалентности и адекватности перевода;
- прагматические аспекты перевода.

**уметь:**

- пользоваться разными типами словарей (в том числе в комбинации), справочной литературой и параллельными текстами;
- правильно оценивать и выбирать языковые средства в процессе перевода;
- идентифицировать термины в тексте оригинала и подбирать им терминологические эквиваленты;
- анализировать результаты перевода с точки зрения информационной, нормативно-языковой и стилистической адекватности;
- добиваться функционально-стилистической адекватности текста перевода;

- обеспечивать смысловую и коммуникативную целостность текста.

**владеть:**

- техникой устной речи;

- навыками аудирования;

- навыками разговорной речи на одном из иностранных языков и профессионально-ориентированного перевода текстов, относящихся к различным видам основной профессиональной деятельности

**Результаты освоения** дисциплины «Компьютерный английский язык» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий: ролевые игры на практических занятиях; проведение тематических конференций, презентаций; использование аудио- и видеоматериалов, мультимедийного лингвистического оборудования.

**Виды учебной работы:** лабораторные работы, самостоятельная работа (4 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом.

### **Аннотация программы дисциплины «Культурология»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

**Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

Цель и задачи дисциплины: ознакомление студентов с историей отечественной и зарубежной культуры, историей развития культурологической мысли, проблемами и концепциями современной культурологии и ее терминологическим аппаратом, развитие умения творчески использовать полученные знания в процессе последующего обучения.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Учебная дисциплина «Культурология» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин: история, обществознание.

#### **Основные дидактические единицы:**

Культурология как научная дисциплина. Структура и состав современного культурологического знания. Культурология и история культуры. Методы культурологических исследований. Понятие культуры. Основные подходы к определению культуры. Основные понятия культурологии (язык и символы культуры; культурные коды; межкультурные коммуникации: культурные ценности и нормы; культурные традиции; культурная картина мира и т.д.).

Типология культур. Этническая и национальная, элитарная и массовая культуры.

Восточные и западные типы культур. Специфические и «серединные» культуры. Культурная глобализация, модернизация. Культура и глобальные проблемы современности.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- основные понятия культурологии, структуру и виды культуры, мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы;

**уметь:**

- анализировать социально-значимые процессы и явления;

**владеть:**

- пониманием социальной значимости своей профессии, способностью к восприятию информации, обобщению и анализу, способностью воспринимать социокультурные различия и мультикультурность.

**Эти результаты освоения дисциплины «Культурология» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования данной компетенции у студентов:**

лекции с применением мультимедийных технологий;

проведение семинаров в форме групповых дискуссий;

использование таблиц, схем по некоторым вопросам дисциплины на практических занятиях;

вовлечение студентов в проектную деятельность (составление презентаций по некоторым вопросам культурологии).

**Виды учебной работы:** лекции, практические работы, самостоятельная работа (1 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация программы дисциплины «История электронной техники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

Цели и задачи дисциплины: получение сведений, касающихся истории возникновения и развития электричества, магнетизма, электроники и микро- и нанoeлектроники; изучение техники, базирующейся на данных направлениях науки, знакомство с основными открытиями и изобретениями, ведущими учёными и изобретателями в этих отраслях науки и техники; формирование у студентов представления о влиянии научно-технических достижений на развитие человеческого общества.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «История электронной техники» в учебном плане находится в базовой части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

– физика, химия;

– история.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Краткая история развития техники. Исследования атмосферного электричества. Исследования электрических и световых явлений, примеры их практического использования.

Исследования магнитных явлений. Строение атома. Классификация материалов электронной техники. Первые полупроводниковые материалы, исследование их свойств.

Назначение, классификация, основные параметры, обозначения резисторов, конденсаторов и индуктивных элементов. Совершенствование их конструкции. Особенности определения их основных параметров.

Этапы развития. Принцип работы электронной лампы. *P-n*-переход. Полупроводниковые приборы, совершенствование технологии их производства. Создание первых микросхем.

Способы монтажа (объемный, печатный и монтаж накруткой). Припои и флюсы. Односторонние, двусторонние и многослойные печатные платы. Типовой элемент замены. Автоматизация процессов пайки.

Виды измерительных приборов, принцип их действия. Назначение и классификация средств измерений. Роль электрических измерений в развитии техники.

Основные этапы развития средств вычислительной техники. Виды вычислительных машин и носителей данных. Сравнительная характеристика средств вычислений. История развития компьютерных сетей.

Пленочные, гибридные и полупроводниковые ИМС. Топологические нормы. Оптоэлектроника. Перспективы развития и задачи электроники.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- хронологию открытий и изобретений в области электричества и электроники;
- фамилии и периоды жизни основных учёных и изобретателей и их вклад в развитие науки и техники;
- аспекты использования электричества и электроники в различных отраслях техники (радиоэлектронике, средствах связи, вычислительной и измерительной технике);
- основные этапы, тенденции и логику становления и развития электротехники и электроники;
- социальную значимость своей будущей профессии;
- классификацию электронных компонентов;
- основные сведения о конструкции электронных средств.

#### **Уметь:**

- ориентироваться в современных достижениях различных отраслей науки и техники;
- предвидеть наиболее перспективные пути дальнейшего развития микроэлектроники;
- систематизировать свойства и характеристики материалов.

#### **Владеть:**

- сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы;
- сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электроники;
- методиками экспериментального определения параметров электрических сигналов и компонентов электронной техники.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (1 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

## **Аннотация программы дисциплины «Информационные технологии»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

### **Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является обучение студентов основным понятиям, моделям и методам информатики и информационных технологий. Основными задачами дисциплины являются практическое освоение информационных и информационно-коммуникационных технологий (и инструментальных средств) для решения типовых общенаучных задач в своей профессиональной деятельности и для организации своего труда.

В результате освоения этой дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-4,7.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Информационные технологии» в учебном плане находится в базовой части и является одной из дисциплин, формирующих общекультурные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:** математика.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- автоматизация проектирования nano-и микроструктур
- автоматизированные методы обработки результатов эксперимента
- основы проектирования электронной компонентной базы
- компьютерные технологии в nano- и микроэлектронике

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

История научно-технической области «Информатика и информационные технологии». Представление данных и информация. Архитектура и организация ЭВМ. Операционные системы. Графический интерфейс. Математические и графические пакеты. Текстовые процессоры. Электронные таблицы и табличные процессоры. Сети и телекоммуникации: Web, как пример архитектуры «клиент-сервер»; сжатие и распаковка данных; сетевая безопасность; беспроводные и мобильные компьютеры. Алгоритмы и структуры данных. Классификация языков программирования. Управление информацией: информационные системы; базы данных; извлечение информации; хранение и поиск информации; гипертекст; системы мультимедиа. Интеллектуальные системы. Профессиональный, социальный и этический контекст информационных технологий.

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:** основные факты, базовые концепции, принципы, модели и методы в области информатики и информационных технологий; технологию работы на ПК в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных.

**Уметь:** решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя.

**Владеть:** современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения общенаучных задач в своей профессиональной деятельности и для организации своего труда (офисное ПО, математические пакеты, WWW).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы (1 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Физика конденсированного состояния»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 8 ЗЕТ (288 часов).**

**Цели и задачи дисциплины:** изучить основные свойства материалов и структур, физические процессы и явления в них, а также формирование компетенций, необходимых для использования твердых тел и явлений при разработке элементов, приборов и устройств микро и нанoeлектроники.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика, химия;
- история электронной техники, квантовая механика и статистическая физика, материалы электронной техники.

#### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Кристаллические и некристаллические вещества. Макроскопическое и микроскопическое описание структуры кристаллов. Параметры Вейса, индексы Миллера. Элементарная ячейка. Основные векторы трансляции. Трансляционная и точечная симметрия. Решетки Бравэ. Кристаллические классы. Пространственные группы симметрии. Базис.

Основные кристаллические структуры. Кубические решетки. Закон Вульфа-Брэггов. Рассеяние рентгеновских волн кристаллической решеткой. Условие Лауэ. Обратная решетка, ее свойства. Структурный и атомный факторы рассеяния. Дифракционные методы определения атомной структуры твердых тел. Свободные электроны. Рассеяние электронов, время релаксации. Закон Ома. Квантовая теория свободных электронов. Волновое уравнение Шредингера. Движение свободных частиц. Прохождение частиц сквозь потенциальный барьер. Микрочастица в потенциальной яме. Вырожденные и невырожденные коллективы частиц. Квантовое состояние и его квантование. Полная функция распределения. Функция плотности состояний. Распределения Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Уровень Ферми. Энергетический спектр кристалла. Характер заполнения энергетических зон. Электроны и дырки. Диэлектрики, полупроводники и проводники с точки зрения зонной теории. Типы химических связей. Металлические, ковалентные, молекулярные кристаллы. Характеристика энергетических зон, распределение электронной плотности. Кубические полупроводники. Зона Бриллюэна в кубических полупроводниках. Функция Блоха. Энергетический спектр кристалла. Схема строения энергетических зон кубических полупроводников. Характер поведения энергетического спектра вблизи экстремумов зон. Эффективная масса электронов и дырок в полупроводниках. Адиабатическое приближение. Гармонические колебания кристаллической решетки. Спектр колебаний кристаллической решетки. Акустические, оптические колебания. Квантовая теория колебаний кристаллической решетки. Фононы. Энергия и импульс фонона. Статистика фононов. Плотность состояний фононов. Теплоемкость кристаллической решетки, температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шотт-

ки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Квазиуровни Ферми. Уравнение непрерывности. Диффузионная длина. Механизмы рекомбинации. Рекомбинация вида зона-зона. Рекомбинация с участием уровней запрещенной зоны. Модель Шокли-Рида-Холла. Уровень Ферми, концентрация электронов и дырок. Собственные полупроводники. Полупроводники донорного типа. Полупроводники акцепторного типа. Закон действующих масс. Полупроводники, содержащие как акцепторную, так и донорную примесь. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Вырожденные полупроводники. Уровень Ферми, концентрация электронов и дырок. Образование примесной зоны. Температурные зависимости концентрации носителей заряда и электропроводности. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации, электрическое поле в диэлектрике. Микроскопическая теория поляризации. Локальное электрическое поле. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Сегнетоэлектрики. Сегнетоэлектрический фазовый переход. Доменная структура, переключаемые свойства. Магнитные моменты атомов. Диамагнетики, парамагнетики. Намагниченность, магнитная проницаемость. Магнитное упорядочение. Спонтанная намагниченность. Обменное взаимодействие. Спиновые волны. Ферромагнетики, ферримагнетики, антиферромагнетики. Доменная структура, механизмы намагничивания, гистерезис. Магнитный резонанс. Магнитосопротивление. Магнитоэлектроника. Критическая температура. Незатухающие токи. Эффект Мейснера. Критическое поле. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Электрон-фононное взаимодействие. Энергетическая щель. Эффект Джозефсона. Сверхпроводники 1 и 2 –го рода. Высокотемпературные сверхпроводники. Кинетическое уравнение Больцмана. Рассеяние носителей заряда в металлах и полупроводниках. Основные механизмы рассеяния носителей заряда. Междолинное рассеяние. Подвижность свободных носителей заряда. Диффузия носителей заряда. Электропроводность металлов, сплавов. Термоэлектродвижущая сила. Эффекты Пельтье, Холла, Эттинггаузена. Магнитосопротивление. Оптические константы вещества. Соотношение Крамерса-Кронига. Межзонные электронные переходы. Собственное оптическое поглощение, край собственного поглощения. Экситонные эффекты. Поглощение на свободных носителях заряда. Влияние примесей на оптические свойства. Люминесценция. Механизмы излучательной рекомбинации. Фотоэлектрические эффекты. Оптические свойства, связанные с колебаниями кристаллической решетки. Однофотонные и многофотонные процессы. Магнитооптический эффект. Электрооптический эффект. Аморфные и неупорядоченные материалы. Локализация Андерсона и переход Мотта. Хвосты плотности состояний и щель подвижности. Теория протекания.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- основные положения, законы физики конденсированного состояния;
- основные физико-математические закономерности физики конденсированного состояния;
- основные физические свойств материалов и явлений в них протекающих, необходимые для разработки технологии изготовления перспективных материалов.

#### **Уметь:**

- применять положения и законы физики конденсированного состояния для адекватного описания научной картины мира;
- выявлять физическую сущность явлений в материалах и структурах, а также пределы применимости моделей;
- применять основные физические закономерности при исследовании и разработке технологии получения материалов электронной техники..

#### **Владеть:**

- методами расчета основных свойств конденсированных сред;
- физико-математическим аппаратом для описания свойств и явлений в конденсированных средах;
- основными методиками исследований свойств твердых тел, явлений в них, для разработки технологии получения материалов электронной техники.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа (4-5 семестры).

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовым проектированием, зачетом и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Основы проектирования электронной компонентной базы»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроелектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов).**

**Цели и задачи дисциплины:** основные принципы интеграции, целей и задач проектирования, методы проектирования, маршрутов проектирования, вопросов композиции, размещения и трассировки, методов расчета параметров слов структур и топологии элементов, формирование навыков проектирования топологии с учетом конструктивно-технологических ограничений на проектирование, оформления конструкторской документации.

**Место дисциплины в учебном процессе:**

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профильно-специализированные знания и навыки по проектированию электронной компонентной базы, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» в 7 и 8 семестре.

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроелектронике, схемотехника, математическое моделирование компонентов электронной техники, основы технологии электронной компонентной базы.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Способность сквозного проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники (ПСК-1);

способность владеть основными методами получения, расчета и проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники (ПСК-3).

Принцип интеграции, общая характеристика процесса проектирования, виды и способы проектирования электронной компонентной базы, структуры и модели элементов базовых технологических процессов, правила проектирования топологии, маршруты проектирования, вопросы композиции, размещения и трассировки, топологическое описание проекта, описание стандартного технологического маршрута проектирования, методы расчета параметров слоев структуры, методы расчета топологии элементов, проектирование топологии элементов, правила оформления конструкторской документации, проверка топологии на соответствие технологическим и электрическим правилам проекта.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- вопросы композиции, размещения и трассировки, правила оформления конструкторской документации.
- принципы интеграции; характеристики процесса проектирования; структуры и модели элементов базовых технологических процессов.

**Уметь:**

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

- применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей.

**Владеть:**

- современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа, курсовой проект (7,8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовым проектом, зачетом и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Технология и проектирование тонкопленочных структур»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часов).**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Технология и проектирование тонкопленочных структур» являются изучение методов расчета и проектирования тонкопленочных элементов электронных приборов, чувствительных элементов датчиков, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Технология и проектирование тонкопленочных структур» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика, химия, физ. химия и кристаллофизика материалов электронной техники, автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике, автоматизация проектирования нано- и микроструктур.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- подготовка ВКР.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                    | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                      |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                           | 3                                                                                                                                                 |
| ПСК-1            | способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и наноэлектроники | <b>Знать:</b> методы расчета тонкопленочных элементов ГИС и МЭУ (резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы, проводники, контактные площадки). |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>Уметь:</b> применять системы автоматизированного проектирования пленочных элементов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы средствами выполнения технологической документации и чертежей.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ПСК-3 | способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники.                                                                                                                                 | <p><b>Знать:</b> методы расчета тонкопленочных элементов (резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы, проводники, контактные площадки)</p> <p><b>Уметь:</b> моделировать характеристики пленочных элементов в зависимости от технологических параметров.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с системами автоматизированного расчета и проектирования пленочных элементов</p>                                                                                       |
| ПК-16 | готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт                                                                                                                                           | <p><b>Знать:</b> Вакуумное технологическое оборудование и систем контроля процессов вакуумного напыления.</p> <p><b>Уметь:</b> производить разборку узлов и агрегатов системы вакуумной откачки для проведения текущего ремонта.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками профилактического осмотра и проверки текущего состояния узлов и агрегатов системы вакуумной откачки.</p>                                                                                                 |
| ПК-13 | способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники | <p><b>Знать:</b> Вакуумное оборудование.</p> <p><b>Уметь:</b> налаживать, испытывать, проверять работоспособность систем откачки, вакуумных насосов и средств контроля уровня вакуума.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с технической документацией вакуумного оборудования.</p>                                                                                                                                                                                    |
| ПК-18 | способностью разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения                                                                                                                      | <p><b>Знать:</b> устройства, конструкции и принцип построения вакуумного оборудования и его основных функциональных узлов для получения тонкопленочных элементов.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать инструкции по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления инструкций для обслуживающего персонала программного обеспечения собственной разработки.</p> |

### Основные дидактические единицы

| Раздел и тема учебной дисциплины                                   | Дидактические единицы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1. Технология и проектирование тонкопленочных элементов     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Тема 1.1. Технология и проектирование тонкопленочных резисторов    | Основные виды погрешности расчета, проектирования и технологии изготовления тонкопленочных резисторов. Метод квадратов, коэффициент формы. Расчет оптимального сопротивления поверхностного сопротивления. Выбор оптимального сопротивления квадрата пленки. Расчет резисторов простой формы. Проектирование резисторов простой формы. Конструкции резисторов сложной формы. Расчет резисторов типа «меандр». Резисторы повышенной точности: конструкции, методы расчета и подгонки номинала. |
| Тема 1.2. Технология и проектирование тонкопленочных конденсаторов | Основные виды погрешности расчета, проектирования и технологии изготовления тонкопленочных конденсаторов. Конструкции конденсаторов, критерии выбора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                       | оптимальной конструкции. Расчет оптимального значения удельной емкости: электрическая прочность, критерии оптимальной толщины, краевые эффекты, технологическая погрешность воспроизведения толщины и топологии. Технология и проектирование конденсаторов различных конструкций.                                                                                                                                                                                             |
| Тема 1.3. Технология и проектирование тонкопленочных индуктивностей                                                                   | Основные виды погрешности расчета, проектирования и технологии изготовления тонкопленочных индуктивностей. Конструкции индуктивностей, критерии выбора оптимальной конструкции. Выбор оптимального материала. Технология и проектирование индуктивностей различных конструкций.                                                                                                                                                                                               |
| Тема 1.4. Технология и проектирование тонкопленочных проводников и контактных площадок                                                | Материалы тонкопленочных проводников и контактных площадок. Назначение слоев: проводящий, буферный, адгезионный. Совместимость материалов. Электрическая деградация. Катастрофический отказ. Паразитные связи. Правила проектирования контактных площадок и проводников.                                                                                                                                                                                                      |
| Раздел 2. Технология и проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем и микросборок                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Тема 2.1. Конструкторско-технологические ограничения при проектировании тонкопленочных гибридных интегральных микросхем и микросборок | Технологические ограничения минимальных размеров тонкопленочных элементов, минимальных расстояний взаимного расположения тонкопленочных элементов и навесных компонентов, позиционирования и расположения элементов относительно контактных площадок с проводочным монтажом и краем подложки (микроплаты). Основные требования и правила проектирования тонкопленочных микросхем. Эффективность использования площади и тепловая нагрузка микроплат тонкопленочных ГИС и МСБ. |
| Тема 2.2. Материалы подложек и навесные компоненты тонкопленочных ГИС и МСБ                                                           | Требования к материалам подложек. Обоснование выбора материала подложек тонкопленочных ГИС и МСБ. Конструкции навесных резисторов, конденсаторов, индуктивностей, диодов, транзисторов и ИМС. Безкорпусные навесные компоненты. Многослойные ГИС и МСБ.                                                                                                                                                                                                                       |
| Тема 2.3. Вакуумное оборудование                                                                                                      | Средства форвакуумной откачки. Паромасляные насосы. Средства безмасленной высоковакуумной откачки. Средства контроля вакуума. Элементы системы откачки. Элементы рабочей камеры. Элементы управления вакуумной установки.                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа (7 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовым проектированием, зачетом с оценкой.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Физика поверхности»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часов)**

Целями освоения учебной дисциплины «Физика поверхности» являются изучение физики поверхности различных материалов электронной техники и формирование способности использовать различные поверхностные эффекты (ПАВ, полевые эффекты и т.д.) твердых тел для создания и разработки различных электронных приборов и элементов функциональной электроники, а также освоение студентами комплекса теоретических знаний и приобретение практических навыков для решения задач, связанных с расчетом и исследованием электрофизических свойств поверхности реальных твердых тел, МДП-структур, ПЗС и полупроводниковых приборов с поверхностно-активными областями. Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований следующих профессиональных стандартов: «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем», «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем», «Специалист по проектному управлению в области разработки и постановки производства полупроводниковых приборов и систем с использованием нанотехнологий».

**Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Физика поверхности» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- математика, физика, химия, физ. химия и кристаллофизика материалов электронной техники, автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике, физика конденсированного состояния.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- физические основы электроники, основы проектирования электронной компонентной базы, наноэлектроника, технология электронной компонентной базы;
- квантовая и оптическая электроника, нанотехнология.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                       | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть) |
|------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                              | 3                                                                                                            |
| ОПК-1            | способность представлять адекватную современному уровню знаний | <b>Знать:</b> физику поверхности полупроводников и диэлектриков                                              |

|       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | <p><b>Знать:</b> основные контактные явления и полевые эффекты для проектирования расчета, структуры и технологии приборов на основе МДП-структур и элементов на основе <math>p-n</math> переходов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять модели различных режимов поверхностной ОПЗ полупроводников и диэлектриков</p>                     |
| ПСК-3 | способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники                                           | <p><b>Знать:</b> возможности применения МДП-структур для элементов функциональной электроники</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать типовые методики расчета и проектирования применения МДП-структур для элементов функциональной электроники.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета МДП-структур различного функционального назначения</p> |

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 ЗЕТ, 180 часов (лекций 34 часа, практические занятия 34 часа, самостоятельная работа 112 часов, экзамен).

Семестр – 5.

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                                                    | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                      |                        |                                                                   |                             | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |                         |                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
|     |                                                                                                                    |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                      | Самостоятельная работа |                                                                   |                             | Проверка контрольных работ                                 | Проведение коллоквиумов | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                                                    |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Практические занятия | Всего                  | Подготовка к практическим занятиям и выполнение контрольных работ | Подготовка к сдаче экзамена |                                                            |                         |                    |
|     | Физика поверхности полупроводников                                                                                 | 1-18            | 68                                                                                     | 34     | 34                   | 112                    | 76                                                                | 36                          | 3-17                                                       | 8,17                    | 9,17               |
| 1   | Тема 1. Основные цели и задачи дисциплины. Реальная поверхность полупроводников и диэлектриков                     | 1               | 1                                                                                      | 1      | 1                    | 1                      |                                                                   |                             |                                                            | 8                       | 9                  |
| 2   | Тема 2 Распределение поверхностного электростатического потенциала и решение уравнения Пуассона в частных случаях. | 2-3             | 10                                                                                     | 5      | 5                    | 11                     | 5                                                                 |                             | 6                                                          | 8                       | 9                  |
| 3   | Тема 3. Приповерхностные избытки электронов и дырок. Дифференциальные емкости области пространственного заряда.    | 4-5             | 8                                                                                      | 4      | 4                    | 8                      | 4                                                                 |                             | 6                                                          | 8                       | 9                  |

|                                    |                                                                                                                                                              |                              |                           |   |   |   |    |   |   |                           |                           |                           |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---|---|---|----|---|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 4                                  | Тема 4. Центры рекомбинации и ловушки захвата. Заряд и дифференциальные емкости поверхностных электронных состояний.                                         | -7                           | 6                         | 8 | 4 | 4 | 8  | 4 | 4 | 6                         | 8                         | 9                         |
| 5                                  | Тема 5. Поверхностная рекомбинация и захват носителей заряда                                                                                                 | 8                            | 4                         | 2 | 2 | 4 | 2  | 2 | 2 | <sup>1</sup> <sub>2</sub> | 8                         | 9                         |
| 6                                  | Тема 6. Распределение поверхностного потенциала и расчет напряжения плоских зон в МДП-структуре.                                                             | -11                          | <sup>9</sup> <sub>0</sub> | 1 | 5 | 5 | 12 | 6 | 6 | <sup>1</sup> <sub>2</sub> | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 7                                  | Тема 7. Энергетические диаграммы МДП-структур                                                                                                                | 2                            | <sup>1</sup> <sub>4</sub> | 2 | 2 | 4 | 2  | 2 | 2 | <sup>1</sup> <sub>2</sub> | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 8                                  | Тема 8. Элементарная теория вольт – фарадных характеристик МДП-структур                                                                                      | <sup>13</sup> <sub>-14</sub> | 7                         | 3 | 4 | 8 | 4  | 4 | 4 | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 9                                  | Тема 9. Применение МДП-структур в функциональной электронике.                                                                                                | 5                            | <sup>1</sup> <sub>4</sub> | 2 | 2 | 4 | 2  | 2 | 2 | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 10                                 | Тема 10. Методы измерения основных характеристик и параметров МДП-структур.                                                                                  | 6                            | <sup>1</sup> <sub>4</sub> | 2 | 2 | 4 | 2  | 2 | 2 | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 11                                 | Тема 11. Методы расчета и моделирования функциональных элементов на основе полевых (МДП-структуры), пьезоэлектрических и поверхностно-акустических эффектов. | 7                            | <sup>1</sup> <sub>4</sub> | 2 | 2 | 4 | 2  | 2 | 2 |                           | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| 12                                 | Заключительная лекция. Перспективы использования нанотехнологий для формирования пленочных МДП-структур.                                                     | 7                            | <sup>1</sup> <sub>4</sub> | 2 | 2 | 2 | 2  | 2 | 2 |                           | <sup>1</sup> <sub>6</sub> | <sup>1</sup> <sub>7</sub> |
| Промежуточная аттестация – экзамен |                                                                                                                                                              |                              |                           |   |   |   |    |   |   |                           |                           |                           |

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа (5 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Метрологическое обеспечение процессов nano- и микроэлектроники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»**

**Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа).**

**Цели и задачи дисциплины:** подготовка будущих бакалавров к решению организационных, научных, технических и правовых задач метрологического обеспечения, методов и средств измерений электрических, магнитных и неэлектрических величин при проектировании, производстве и эксплуатации разнообразных устройств электронной техники.

Задачи дисциплины – получение теоретических знаний и практических навыков по основным вопросам метрологии, стандартизации и сертификации, обучение студентов современным средствам и методам технических измерений, которые обеспечивают в будущем их квалифицированное участие в многогранной деятельности по выбранному профилю подготовки.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки характерные для бакалавра (прикладного) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» в 5 семестре.

### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика;
- автоматизированные методы обработки результатов эксперимента материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике, схемотехника, математическое моделирование компонентов электронной техники, измерения и контроль в нано- и микроэлектронике.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Предмет и задачи дисциплины. Основные этапы развития метрологии, нанометрологии. Измерения и наука об измерениях. Качественная характеристика измеряемых величин. Количественная характеристика измеряемых величин. Средства измерений (СИ). Основные и производные единицы СИ.

Погрешности измерений. Погрешности средств измерений, классификация. Основная, дополнительная, абсолютная, относительная. Погрешности измерений: инструментальная, субъективная. Способы уменьшения погрешностей.

Виды измерений. Методы измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Условия измерений.

Математические действия с результатами измерений. Однократные измерения. Априорная информация. Последовательность действий при однократном измерении. Классы точности средств измерений. Многократные измерения. Апостериорная информация. Многократное измерение с равноточными значениями отсчета: обнаружение и исключение ошибок; проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерения.

Метрологическое обеспечение процессов нано и микроэлектроники. Интерферометрия – основа измерения длины, меры. Лазерные интерферометрические системы измерений перемещений и наноперемещений.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- об основах метрологии и метрологического обеспечения, о возможностях средств измерений, используемых в избранной области профессиональной деятельности основные приемы обработки и представления результатов исследований;
- основные метрологические правила, требования и нормы; методы и средства измерений; принципы действия технических средств измерений; правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; правила выбора методов и средств измерений; организационные и технические принципы стандартизации и сертификации.

#### **Уметь:**

- Уметь: правильно выбирать и применять средства измерений; осуществлять обработку результатов измерений выявлять физическую сущность явлений в материалах и структурах, а также пределы применимости моделей;
- правильно выбирать и применять средства измерений; осуществлять обработку результатов измерений.

#### **Владеть:**

- навыками обработки результатов измерений;
- навыками обработки результатов измерений.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (5 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Нанотехнология материалов и компонентов электронной техники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Микроэлектроника и твердотельная электроника»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 часа).**

**Цели и задачи дисциплины:** изучение основных физических и физико-химических закономерностей, отражающих особенности получения и применения наноматериалов и наносистем во взаимосвязи их микро- и макросвойств с дисперсностью, структурой и составом; формирование представлений о современном состоянии и тенденциях развития новых направлений физического материаловедения.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Нанотехнология материалов и компонентов электронной техники» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные, профессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники;
- физика;
- химия и электрохимия;
- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике;
- нанoeлектроника.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Основные понятия нанотехнологий. Общие сведения об УНТ. Хиральность. Электронная структура. Энергетический спектр и проводимость нанотрубок. Разрядно-дуговой метод. Методы химического осаждения из пара (CVD-методы). Метод лазерной абляции. Методы получения УНТ из спирта. Управляемый рост упорядоченных рядов углеродных нанотрубок. Получение нитей из нанотрубок. УНТ для методов сканирующей зондовой микроскопии. УНТ для техники сверхпроводимости. Индуцированная сверхпроводимость. Собственная сверхпроводимость. УНТ со сверхнизкими значениями диаметра трубок. УНТ для спинтроники. УНТ для мезоскопии. Сборка колец из УНТ. Химический сенсор. Светодиод. Индикаторы и плоские экраны на УНТ. Выпрямитель. Катоды для электронного микроскопа. Источники рентгеновского излучения. Ионизационные ячейки для газового анализа. Оптические затворы. Ограничители мощности излучения. Фото-взрыватели на УНТ. Нанoeлектромеханический преобразователь на УНТ. Электрохимический преобразователь. Наноскопический осциллятор. Нановесы. Нанопинцет. Функциональные зонды-наносенсоры. Другие применения УНТ. Общие сведения. Изготовление монокристаллических нанотрубок. Основы Принц-технологии. Другие технологии получения ННТ. Особенности применения ННТ в технических устройствах. Общие сведения о магнитных жидкостях. Способы получения магнитных жидкостей. Метод диспергирования. Методы конденсации. Электролитическая конденсация. Электроконденсационный метод. Метод вакуумной конденсации. Получение ионстабилизированных золей магнетита. Техническое применение магнитных жидкостей. Сборка наночастиц заданной формы и сложных пространственных структур с помощью феррожидкостей. Магнитные жидкости в качестве клапанов. Медико-биологическое применение магнитных жидкостей. Инверсные магнитные жидкости. Общие сведения. Основные даты развития «фазовой памяти». Принцип работы фазовой памяти. Физико-химические основы выбора материалов для устройств порогового переключения и бистабильного переключения. Материалы со свойствами фазовой памяти. Структурный фазовый переход в соединении  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ . Методы

анализа структурного фазового перехода. Получение материалов с фазовой памятью. Со-временные ячейки памяти на фазовых переходах. Перспективы многобитовой записи в одной ячейке. Циклы записи-стирания информации в РСМ-ячейках. Сравнение характери-стик флэш-памяти и памяти на структурном фазовом переходе. Общие сведения о биотех-нологиях. Нанобиотехнология. Микрочипы. ДНК-микрочипы. Белковые микрочипы. Тка-невые микрочипы. Клеточные микрочипы. Микрочипы на основе малых молекул. Микро-чип для диагностики рака. Биосенсор. Классификация биосенсоров. Ферментные биосен-соры. Наноструктуры для контроля биологических веществ. Сенсоры на основе микроор-ганизмов. Биосенсоры на основе растительных и животных тканей. Измерительные преоб-разователи биосенсорных систем. Биосенсор на основе углеродных нанотрубок. Микроб-ный биосенсор для экспресс-контроля состава сточных вод.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- основные тенденции развития электроники и материалов для электроники.
- основные технологические процессы, используемые при получении наноматериалов.
- физическую сущность процессов и явлений, протекающих в наносистемах, виды метро-логических погрешностей.

**Уметь:**

- свободно ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий; по-нимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериа-лов.
- осуществлять технологическую подготовку синтеза наноматериалов, ориентировать-ся в современных разработках в этом направлении.
- правильно выбрать наноматериалы для реализации их потенциальных возможностей при проектировании и создании изделий электронной техники, с учетом основных метрологи-ческих особенностей.

**Владеть:**

- представлениями о возможностях современной приборно-метрологической базы для исследования материалов с нанометровым пространственным разрешением.
- представлениями об особенностях технологии производства наноматериалов с за-данным свойствами.
- представлениями о современном развитии производства изделий электронной техни-ки, метрологическом обеспечении производства.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, само-стоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Технология электронной компонентной базы»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов).**

### **Цели и задачи дисциплины:**

Цели и задачи дисциплины: формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков в области микро- и нанотехнологических процессов (процессов планарно-эпитаксиальной технологии) создания в объеме или на поверхности твердого тела - подложки элементов и компонентов современной интегральной компонентной базы.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Технология электронной компонентной базы» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки " Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств".

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:

Материалы электронной техники;

Физика конденсированного состояния;

Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники.

### **Компетенции:**

**ПК-8** способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники

**Знать:** основные технологические процессы производства электронной компонентной базы (ЭКБ); основные метрологические правила, требования и нормы.

**Уметь:** проводить исследования влияния операционных параметров на технологические характеристики процессов изготовления ИС.

**Владеть:** – контрольно-измерительными приборами для определения параметров ЭКБ.

**ПК-9** готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники

**Знать:** конструкции технологического оборудования и методы формирования функциональных слоев и конструктивных элементов полупроводниковых приборов; основные структуры активных элементов ИМС - биполярных и МДП транзисторов; маршруты изготовления ЭКБ.

**Уметь:** составлять краткие технологические маршруты изготовления различных элементов ИС.

**Владеть:** Методами расчета основных технологических операций по формированию ЭКБ.

**ПК-14** готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники

### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Механическая обработка полупроводниковых материалов для приборов и ИМС. Химическая, электрохимическая, плазмохимическая и газовая обработки полупроводниковых материалов. Защитные диэлектрические пленки в планарной технологии. Фотолитография - как основа планарной технологии. Метод диффузии в производстве полупроводниковых приборов и ИМС. Метод ионной имплантации примеси в полупроводнико-

вую пластину. Получение структур методом эпитаксиального наращивания. Методы изоляции активных и пассивных элементов ИМС. Технология изготовления активных элементов ИМС. Технология изготовления пассивных элементов ИМС. Сборка полупроводниковых приборов и ИМС. Конструкции корпусов полупроводниковых приборов и ИМС.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, курсовая работа, самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом, экзаменом и курсовой работой.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часов)**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники» являются изучение физических процессов, лежащих в основе работы и определяющих принцип действия, характеристики и параметры различных электровакуумных приборов; ознакомление с тенденциями развития технологических основ вакуумной и плазменной электроники; практическое освоение основных методов формирования и расчета параметров и характеристик электровакуумных приборов с использованием информационных технологий.

**Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- физика,
- химия и электрохимия;
- физика конденсированного состояния;
- материалы электронной техники;
- квантовая механика и статистическая физика.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- физико-технологические основы пленочной электроники;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- технология электронной компонентной базы;
- нанoeлектроника;
- зондовая микроскопия.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                          | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ПК 8             | способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | <p><b>Знать:</b> основные технологические процессы производства материалов и элементов вакуумной и плазменной электроники.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и элементов вакуумной и плазменной электроники.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками проектирования технологических процессов производства материалов и элементов вакуумной и плазменной электроники.</p> |
| ПСК-2            | готовность принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники  | <p><b>Знать:</b> основные методы получения и исследования элементов вакуумной и плазменной электроники.</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать технологию и методы исследования материалов и элементов вакуумной и плазменной электроники.</p> <p><b>Владеть:</b> представления о свойствах перспективных материалах и технологиях изготовления элементов вакуумной и плазменной электроники.</p>                                       |

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 ЗЕТ, 180 часов (лекций 34 часа, лабораторных занятий 34 часа, самостоятельная работа 112 часов, экзамен и зачет).

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                                 | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                                     |                        |                                                                                  |                              | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |                                                   |                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|
|     |                                                                                                 |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                                     | Самостоятельная работа |                                                                                  |                              | Проверка отчетов                                           | Проверка хода выполнения курсового проектирования | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                                 |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Лабораторные \ практические занятия | Всего                  | Выполнение отчетов по лабораторным занятиям и подготовка к практическим занятиям | Выполнение курсового проекта |                                                            |                                                   |                    |
| 1   | Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники                                | 1-17            | 18                                                                                     | 6      | 34\4                                | 112                    | 12                                                                               | 0                            | 2                                                          | -17                                               | 2                  |
| 2   | Тема 1. Электронная эмиссия.                                                                    | 2               | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 16                     | 6\0                                                                              | 0                            | 2                                                          |                                                   |                    |
| 3   | Тема 2. Электронный поток, его формирование и транспортировка.                                  | 3-4             | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 12                     | 2\0                                                                              | 0                            | 3                                                          | -4                                                |                    |
| 4   | Тема 3. Физико-технологические основы формирования электронных потоков различной интенсивности. | 5-6             | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 12                     | 2\0                                                                              | 0                            | 5                                                          | -6                                                |                    |
| 5   | Тема 4. Физико-технологические основы управление электронными потоками.                         | 7-8             | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 12                     | 2\0                                                                              | 0                            | 7                                                          | -8                                                | 8                  |
| 6   | Тема 5. Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии.                       | 9-10            | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 12                     | 2\0                                                                              | 0                            | 9                                                          | -10                                               |                    |
| 7   | Тема 6. Способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами.                  | 11-12           | 8                                                                                      | 4      | 4\0                                 | 10                     | 2\0                                                                              | 0                            | 1                                                          | 1-12                                              |                    |

|   |                                        |           |   |   |     |    |          |   |           |  |        |
|---|----------------------------------------|-----------|---|---|-----|----|----------|---|-----------|--|--------|
| 7 | Тема 7. Ионизованный газ и плазма.     | 1<br>3-14 | 8 | 4 | 4/0 | 12 | 1<br>2\0 | 0 | 1<br>3-14 |  |        |
| 8 | Тема 8. Общие свойства плазмы.         | 1<br>5-16 | 8 | 4 | 4/0 | 12 | 1<br>2\0 | 0 | 1<br>5-16 |  | 1<br>6 |
| 9 | Тема 9. Диагностика параметров плазмы. | 1<br>7    | 4 | 2 | 2/0 | 12 | 1<br>2\0 | 0 | 1<br>7    |  |        |
|   | зачет                                  |           |   |   |     |    |          |   |           |  | 1<br>7 |
|   | Экзамен                                |           |   |   |     |    |          |   |           |  |        |

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом и экзаменом.

### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Технология nano- и микроэлектромеханических систем»

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 часа).**

**Цели и задачи дисциплины:** Целями освоения учебной дисциплины «Технология nano- и микроэлектромеханических систем» является изучение основ методов обработки кристаллических и некристаллических материалов, технологий формирования микроструктур методами управляемого удаления и нанесения материалов, технологий создания nano- и микроэлектромеханических систем (НМЭМС) и основ их проектирования, а также формирование навыков экспериментальных исследований свойств НМЭМС.

#### **Место дисциплины в учебном процессе:**

Дисциплина «Технология nano- и микроэлектромеханических систем» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и микроэлектроника».

#### **Компетенции:**

ПК-8

Способность выполнять работы по технологической подготовке материалов и изделий электронной техники

**Знать:** основные свойства проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических, пьезоэлектрических материалов nano- и микросистемной техники.

**Уметь:** производить обоснованный выбор этапов технологической подготовки в зависимости от свойств материалов и методов их обработки.

**Владеть:** навыками определять соответствие в цепи технологическая операция – свойства формируемых микроструктур для управления ими

ПК-9

Готовность организовывать метрологическое обеспечение материалов и изделий электронной техники

**Знать:** физические основы материалов nano- и микроэлектромеханических систем.

**Уметь:** изменять параметры материалов и структур nano- и микроэлектромеханических систем.

**Владеть:** навыками метрологического обеспечения проведения метрологических измерений нано- и микроэлектромеханических систем.

ПК-18

Способность разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения

**Знать:** принципы разработки технической документации на используемое технологическое оборудование;

**Уметь:** применять необходимое программное обеспечение при разработке и проектировании НЭМС и МЭМС

**Владеть:** навыками работы на технологическом оборудовании

**Дидактические единицы:** Понятие МЭМС/НЭМС. Кремний как конструкционный материал. Основные материалы для МЭМС/НЭМС. Механические свойства материалов. Основные виды микромеханических конструктивных элементов. Особенности формирования. Технологии объемной микромеханики. Технологии поверхностной микромеханики. Технологии химической обработки МЭМС/НЭМС. Фотолитографические технологии при изготовлении МЭМС/НЭМС. Физико-термические процессы при изготовлении МЭМС/НЭМС. Технологии плазмохимического травления. Технологии комбинированного травления кремния. Технологии осаждения функциональных и диэлектрических слоев МЭМС/НЭМС. Технологии обработки стекла и кварца при изготовлении МЭМС/НЭМС. Сборка МЭМС/НЭМС. Емкостные чувствительные элементы МЭМС/НЭМС. Пьезорезистивные чувствительные элементы МЭМС/НЭМС. Проектирование элементов МЭМС/НЭМС. Технологии пьезоэлектрических материалов и чувствительных элементов МЭМС/НЭМС.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, самостоятельная работа. (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой.

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Материалы электронной техники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»  
Профиль подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 6 ЗЕТ (216 часов)**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целями освоения учебной дисциплины «Материалы электронной техники» является изучение основ строения материалов и физики происходящих в них явлений, технологии производства материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов микроэлектроники, а также формирование навыков экспериментальных исследований свойств материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов микроэлектроники.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Материалы электронной техники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и микроэлектроника».

#### **Компетенции:**

ПК-8 Способность выполнять работы по технологической подготовке материалов и изделий электронной техники.

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

**Уметь:** производить обоснованный выбор этапов технологической подготовки в зависимости от требуемых свойств материалов для изделий электронной техники

**Владеть:** навыками определять соответствие в цепи технологическая операция – свойство материалов электронной техники для управления им

ПК-9 Готовность организовывать метрологическое обеспечение материалов и изделий электронной техники

**Знать:** физические основы МЭТ.

**Уметь:** изменять параметры МЭТ.

**Владеть:** навыками метрологического обеспечения проведения метрологических измерений МЭТ.

ПСК-2 готовностью принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники.

#### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Классификация материалов по их поведению в электрическом и магнитном полях. Проводники. Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Электропроводность металлов в тонких слоях. Контактная разность потенциалов, термо-ЭДС и термопары.

Диэлектрики. Поляризация и ее виды. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери .Пробой диэлектриков. Конденсаторные и изоляционные материалы Пассивные диэлектрики Активные диэлектрики Полупроводники Классификация .Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы Температурная зависимость проводимости полупроводников. Рекомбинация неравновесных носителей заряда Полупроводниковые химические соединения. Магнитные материалы. Физическая природа ферромагнетизма. Намагничивание ферромагнетика. Потери энергии в ферромагнетиках.

Основные методы исследования материалов и определения их параметров. Составление отчетов по лабораторным работам.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, курсовое проектирование (4 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом, защитой курсового проекта и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**Микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС»**  
**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 7 ЗЕТ (252 часа)**

**Цели и задачи дисциплины:** изучение технологических и схемотехнических решений функциональных узлов цифровой электроники, методов синтеза электронных устройств цифровых интегральных схем, формирование навыков схемотехнического и системотехнического проектирования электронных схем.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «**Микросхемотехника и системотехника**» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

математика; теоретические основы электротехники; компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике; схемотехника.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

проектирование электронной компонентной базы; нанoeлектроника.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Законы и тождества булевой алгебры. Минимизация булевых функций. Приведение выражений к логическому базису. Основы схемотехнического проектирования. Базовые логические элементы. Проектирование комбинационных схем. Проектирование триггеров. Проектирование последовательностных схем. Технологические особенности проектирования базовых элементов. Схемотехническое проектирование систем. Тенденции развития элементной базы ЦИС.

**В результате изучения дисциплины студент должен знать:**

основные методики расчета характеристик электрических цепей;

основы алгебры логики;

принцип действия и методы расчета элементов цифровых интегральных схем;

методы схемотехнического проектирования цифровых интегральных схем и систем;

методы расчета элементов цифровой электроники;

особенности проектирования цифровых компонентов микро- и нанoeлектроники;

функциональные блоки цифровых систем.

**уметь:**

решать задачи анализа и расчета частотных и временных характеристик электрических цепей;

осуществлять выбор элементной базы цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам;

проектировать цифровые устройства с заданными электрическими параметрами и условиями эксплуатации;

производить расчеты базовых логических элементов;

проектировать цифровые компоненты микро- и нанoeлектроники заданного типа;

производить расчет элементов цифровой электроники;  
определять критерии выбора методов расчета основных параметров цифровых устройств.

**владеть:**

методами решения уравнений цепей;  
навыками построения простейших математических моделей электронных цифровых схем;  
навыками проектирования основных компонентов микро- и нанoeлектроники;  
навыками расчета элементов цифровой электроники;  
навыками расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе аналоговой и цифровой элементной базы.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (7 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Нанoeлектроника»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микрoeлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часов).**

Целями освоения учебной дисциплины «Нанoeлектроника» является изучение особенностей проявления квантовых эффектов в элементах и устройствах нанoeлектроники, их классификацию; изучение передовых достижений современной электроники и нанoeлектроники; освоение новых методологических подходов к решению профессиональных задач; обучение оценке пределов применимости классического подхода, роли и важности квантовых эффектов при описании физических процессов в нанoeлектронике.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Нанoeлектроника» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные, профессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «*Электроника и нанoeлектроника*».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика, химия, квантовая механика и статистическая физика;
- нанотехнология, физика конденсированного состояния;

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Прямоугольный потенциальный барьер, уравнение Шредингера, волновая функция, коэффициенты прохождения и отражения.

МЛЭ, эпитаксия из газовой фазы, эпитаксия из металлоорганических соединений.

Потенциальный барьер конечной ширины, интерференционные эффекты при надбарьерном отражении

КРЭ, длина волны де Бройля, длина свободного пробега, механизм квантования уровней в узких потенциальных ямах.

Эффект позиционного беспорядка, глубокие примесные центры в полупроводниках, особенности поглощения света глубокими примесными центрами в тонких слоях

Сквиддетекторы, одноэлектронный транзистор, спиновый транзистор, молекуляр-

ный транзистор

Интерференционный транзистор, фотонные кристаллы, квантовые компьютеры.

Понятие о тангенсе угла диэлектрических потерь и влиянии на него частоты и температуры. Способы их снижения.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- основные проблемы в своей предметной области;
- физические основы нанoeлектроники;
- современные достижения в области полупроводников и методы получения различных полупроводниковых структур;
- современные базы данных, содержащие патентную информацию по материалам, элементам и устройствам нанoeлектроники.

**Уметь:**

- описывать особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности;
- видеть проявление квантово – размерных эффектов в полупроводниковых наноструктурах;
- понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- осуществлять поиск патентной информации и регистрировать объекты интеллектуальной собственности.

**Владеть:**

- эффективными методиками расчета и описания электронных свойств наноструктур;
- навыками расчета параметров полупроводниковых систем с пониженной размерностью;
- навыками формулирования целей и задач научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;
- навыкам сбора, анализа и оценки научно-технической информации в области нанотехнологий и нанoeлектроники.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой.

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Технология материалов электронной техники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микрoeлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ (180 часов).**

Цели и задачи дисциплины: формирование комплекса теоретических и практических знаний, необходимых для создания материалов электронной техники с заданными свойствами.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Технология материалов электронной техники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».

### **Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- математика, физика, химия;
- физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники, материалы электронной техники, разработка производственно-технологической документации.

### **Основные дидактические единицы (разделы)**

Понятие о технологическом процессе. Классификация процессов технологии материалов электронной техники. Процессы теплопередачи. Процессы массопередачи. Процессы переноса в неоднородных средах. Стимулирование процессов переноса. Химические процессы. Радиационные процессы. Кинетика технологических процессов. Конвективный тепло- и массообмен. Режимы движения среды. Явления на границе раздела фаз. Представления теории пограничного слоя. Кинетика гетерогенных процессов. Режимы и лимитирующие стадии химических процессов. Термографический анализ. Эвтектические диаграммы состояния без областей твердых растворов. Дистектические диаграммы состояния без областей твердых растворов. Эвтектическая диаграмма состояния с областями твердых растворов. Дистектическая диаграмма состояния с областями твердых растворов. Диаграмма состояния непрерывных твердых растворов. Механизмы процесса диффузии. Кинетика процессов диффузии. Первый закон Фика. Второй закон Фика. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Влияние дефектов кристаллической решетки на значения коэффициента диффузии. Диффузия в тонких пленках. Процессы измельчения, рассеивания и дозирования. Общая характеристика чистоты вещества. Характеристика процессов разделения и очистки. Сорбционные процессы. Процессы жидкостной экстракции. Кристаллизационные процессы. Процессы перегонки через газовую фазу. Электрохимические методы разделения и очистки. Разделение и очистка в центробежном поле. Разделение в электрическом и магнитном полях, диффузией и термодиффузией. Кристаллизация. Условия образования моно- и поликристаллических материалов. Ориентированная кристаллизация. Механизм и кинетика роста кристаллов. Стеклообразование. Закономерности формирования стеклообразного состояния. Простое и сложное легирование. Легирование материалов в процессе получения из жидкой фазы. Получение однородно легированных кристаллов. Механическая подпитка расплава твердой фазой. Механическая подпитка расплава жидкой фазой. Механическая подпитка расплава газовой фазой. Легирование кристаллов в процессе выращивания из газовой фазы. Радиационное легирование кристаллов. Получение монокристаллических материалов из твердой фазы. Получение кристаллов из жидкой фазы. Методы выращивания кристаллов из расплава. Выращивание

кристаллов методами направленной кристаллизации, методом зонной плавки, вытягивание из расплава. Контроль и стабилизация диаметра выращиваемых кристаллов. Аппаратурное обеспечение. Получение монокристаллов из растворов-расплавов. Основные режимы кристаллизации. Зонная плавка с градиентом температуры. Получение монокристаллов из газовой фазы. Метод сублимации-конденсации. Выращивание монокристаллов химическим осаждением из газовой фазы. Выращивание монокристаллов по механизму пар-жидкость-твердое. Классификация эпитаксиальных процессов. Механизм и кинетика процесса эпитаксии. Эпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  и их твердых растворов. Методы получения полупроводниковых слоев соединений  $A^4B^6$  и их твердых растворов. Получение эпитаксиальных слоев  $A^4B^6$  и их твердых растворов методом «горячей стенки». Золь-гель-технология, соосаждение. Анодное окисление. Получение пористых материалов. Методы получения керамики, стекла, аморфных и композиционных материалов.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- базовые технологические процессы производства материалов электронной техники;
- технологические параметры типовых процессов производства материалов электронной техники.

**Уметь:**

- выбрать процесс получения материалов электронной техники из действующего типового технологического процесса или предложить оригинальный процесс;
- выбрать оборудование для метрологического обеспечения производства материалов.

**Владеть:**

- методиками расчета режимов технологического процесса производства материалов электронной техники;
- основными методами измерения технологических параметров типовых процессов производства материалов электронной техники.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (5 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом и экзаменом.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Физико-технологические основы полупроводниковой электроники»**  
**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 10 ЗЕТ (360 часов).**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Физико-технологические основы полупроводниковой электроники» являются изучение физических процессов, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов и элементов, методов расчета и технологического проектирования основных характеристик и параметров, а также возможностей применения и особенностей конструкций полупроводниковой компонентной базы электронной техники.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Физико-технологические основы полупроводниковой электроники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профильно-специализированные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- математика, физика, химия, физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники, квантовая механика и статистическая физика;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике, физика поверхности полупроводников, физика конденсированного состояния.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- подготовка ВКР.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                    | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПСК-1            | способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники | <b>Знать:</b> современную полупроводниковую компонентную базу электронной техники.<br><b>Уметь:</b> применять современные информационные технологии для расчета характеристик полупроводниковых приборов и элементов ИМС.<br><b>Владеть:</b> навыками работы с источниками информации для анализа тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники. |

|       |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПСК-3 | способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники | <p><b>Знать:</b> основные методы расчета параметров и характеристик полупроводниковых приборов и элементов ИМС.</p> <p><b>Уметь:</b> производить расчет и технологическое проектирование основных параметров и характеристик полупроводниковых приборов и устройств функциональной электроники.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками автоматизации расчета полупроводниковых приборов и элементов ИМС.</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Основные дидактические единицы

Кинетика образования  $p$ - $n$ перехода. Расчет контактной разности потенциалов  $p$ - $n$ перехода. Классификация  $p$ - $n$ переходов по характеру распределения примесей и технологии изготовления. Расчет и технологическое проектирование  $p$ - $n$ перехода с произвольным распределением примесей. Модель плавного  $p$ - $n$ перехода. Расчет и технологическое проектирование плавного  $p$ - $n$ перехода. Модель резкого  $p$ - $n$ перехода. Расчет и технологическое проектирование резкого  $p$ - $n$ перехода. Влияние различных факторов на толщину и контактную разность потенциалов  $p$ - $n$ перехода. ВАХ идеального  $p$ - $n$ перехода. Токи инжекции и экстракции. Влияние различных факторов на статическую ВАХ  $p$ - $n$ перехода. Выпрямляющий и не выпрямляющий контакт «металл – полупроводник». Статическая ВАХ контакта с барьером Шоттки. Барьерная емкость. Полупроводниковые варикапы. Полевые транзисторы с управляющим переходом: структура, принцип действия, варианты конструкций, применение, расчет и технологическое проектирование выходных характеристик, расчет и технологическое проектирование передаточных характеристик, расчет основных параметров, малосигнальная модель, Y-параметры, физическая эквивалентная схема замещения.

Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП транзисторы): структура, принцип действия, варианты конструкций, применение, расчет и технологическое проектирование выходных характеристик, расчет и технологическое проектирование передаточных характеристик, расчет основных параметров, малосигнальная модель, Y-параметры, физическая эквивалентная схема замещения. Интегральные МДП конденсаторы Приборы с зарядовой связью (ПЗС): структура и принцип действия трехтактных ПЗС, область применения ПЗС. Структуры и конструкции двухтактных ПЗС, основные параметры ПЗС. Полупроводниковые диоды Рекомбинация и генерация носителей заряда. Уравнение Шокли – Рида. Токи генерации и рекомбинации. Расчет и технологическое проектирование статической ВАХ по модели диода с тонкой базой. Расчет и технологическое проектирование статической ВАХ по модели диода с толстой базой. Расчет параметров диода. Лавинный пробой. Туннельный пробой. Тепловой пробой. Поверхностный пробой. Особенности реального пробоя. Расчет ВАХ диода при больших прямых токах. Переходные процессы в диодах. Выпрямительные диоды. Стабилитроны. Стабилитроны. Обращенные диоды. Туннельный диод. Лавинно-пролетные диоды. СВЧ диоды. Шумовые диоды. Импульсные диоды. Диоды Шоттки. Диоды Ганна. Диоды с резким восстановлением обратного сопротивления. Биполярные транзисторы: структура, режимы работы, схемы включения. Принцип работы и усиления сигнала БПТ в схемах включения с ОБ и ОЭ. Постоянные токи в активном режиме. Явления в БПТ при больших токах. Статические параметры. Пробой транзисторов. Статические характеристики БПТ. Малосигнальные параметры. Эквивалентные схемы замещения БПТ. Барьерные емкости переходов и сопротивление базы. Частотные характеристики БПТ.

Работа БПТ в импульсном режиме. Тиристоры. Диодные тиристоры. Шунтирование эмиттерного перехода. Триодные тиристоры. Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры. Способы управления тиристорами.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (6,7 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовой работой, зачетом и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Функциональная электроника»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 10 ЗЕТ (360 часов).**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Функциональная электроника» являются изучение физических процессов, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов и элементов, методов расчета и технологического проектирования основных характеристик и параметров, а также возможностей применения и особенностей конструкций полупроводниковой компонентной базы электронной техники.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Функциональная электроника» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профильно-специализированные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

*Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:*

- математика, физика, химия, физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники, квантовая механика и статистическая физика;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике, физика поверхности полупроводников, физика конденсированного состояния.

*Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:*

- подготовка ВКР.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                    | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПСК-1            | способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники | <b>Знать:</b> современную полупроводниковую компонентную базу электронной техники.<br><b>Уметь:</b> применять современные информационные технологии для расчета характеристик полупроводниковых приборов и элементов ИМС.<br><b>Владеть:</b> навыками работы с источниками информации для анализа тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники. |

|       |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПСК-3 | способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники | <p><b>Знать:</b> основные методы расчета параметров и характеристик полупроводниковых приборов и элементов ИМС.</p> <p><b>Уметь:</b> производить расчет и технологическое проектирование основных параметров и характеристик полупроводниковых приборов и устройств функциональной электроники.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками автоматизации расчета полупроводниковых приборов и элементов ИМС.</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Основные дидактические единицы

Кинетика образования  $p$ - $n$ перехода. Расчет контактной разности потенциалов  $p$ - $n$ перехода. Классификация  $p$ - $n$ переходов по характеру распределения примесей и технологии изготовления. Расчет и технологическое проектирование  $p$ - $n$ перехода с произвольным распределением примесей. Модель плавного  $p$ - $n$ перехода. Расчет и технологическое проектирование плавного  $p$ - $n$ перехода. Модель резкого  $p$ - $n$ перехода. Расчет и технологическое проектирование резкого  $p$ - $n$ перехода. Влияние различных факторов на толщину и контактную разность потенциалов  $p$ - $n$ перехода. ВАХ идеального  $p$ - $n$ перехода. Токи инжекции и экстракции. Влияние различных факторов на статическую ВАХ  $p$ - $n$ перехода. Выпрямляющий и не выпрямляющий контакт «металл – полупроводник». Статическая ВАХ контакта с барьером Шоттки. Барьерная емкость. Полупроводниковые варикапы. Полевые транзисторы с управляющим переходом: структура, принцип действия, варианты конструкций, применение, расчет и технологическое проектирование выходных характеристик, расчет и технологическое проектирование передаточных характеристик, расчет основных параметров, малосигнальная модель, Y-параметры, физическая эквивалентная схема замещения.

Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП транзисторы): структура, принцип действия, варианты конструкций, применение, расчет и технологическое проектирование выходных характеристик, расчет и технологическое проектирование передаточных характеристик, расчет основных параметров, малосигнальная модель, Y-параметры, физическая эквивалентная схема замещения. Интегральные МДП конденсаторы Приборы с зарядовой связью (ПЗС): структура и принцип действия трехтактных ПЗС, область применения ПЗС. Структуры и конструкции двухтактных ПЗС, основные параметры ПЗС. Полупроводниковые диоды Рекомбинация и генерация носителей заряда. Уравнение Шокли – Рида. Токи генерации и рекомбинации. Расчет и технологическое проектирование статической ВАХ по модели диода с тонкой базой. Расчет и технологическое проектирование статической ВАХ по модели диода с толстой базой. Расчет параметров диода. Лавинный пробой. Туннельный пробой. Тепловой пробой. Поверхностный пробой. Особенности реального пробоя. Расчет ВАХ диода при больших прямых токах. Переходные процессы в диодах. Выпрямительные диоды. Стабилитроны. Стабилитроны. Обращенные диоды. Туннельный диод. Лавинно-пролетные диоды. СВЧ диоды. Шумовые диоды. Импульсные диоды. Диоды Шоттки. Диоды Ганна. Диоды с резким восстановлением обратного сопротивления. Биполярные транзисторы: структура, режимы работы, схемы включения. Принцип работы и усиления сигнала БПТ в схемах включения с ОБ и ОЭ. Постоянные токи в активном режиме. Явления в БПТ при больших токах. Статические параметры. Пробой транзисторов. Статические характеристики БПТ. Малосигнальные параметры. Эквивалентные схемы замещения БПТ. Барьерные емкости переходов и сопротивление базы. Частотные характеристики БПТ.

Работа БПТ в импульсном режиме. Тиристоры. Диодные тиристоры. Шунтирование эмиттерного перехода. Триодные тиристоры. Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры. Способы управления тиристорами.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (6,7 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовой работой, зачетом и экзаменом

### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины

## **«Разработка проектно-конструкторской документации»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часа).**

**Целями дисциплины является:** выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, а также для изучения правил и стандартов графического оформления конструкторской и технической документации на основные объекты проектирования в соответствии со специальностью; формирование у студентов устойчивых навыков по графическому отображению технических идей с помощью чертежа, а также понимания по чертежу конструкции изделия и принципа действия изображаемого изделия.

**Место дисциплины в учебном процессе:** Дисциплина «Разработка проектно-конструкторской документации» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Компетенции:** В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-4, ОПК-8., ПК17,18.

**Основные дидактические единицы (разделы):** Стадии разработки. Чертеж общего вида. Сборочный чертеж. Спецификация. Рабочие чертежи. Эскизы. Схема деления на составные части. Описание конструкции. Обозначение документов. Виды. Разрезы и сечения. Нанесение размеров. Изображение и обозначение резьбовых соединений. Изображение и обозначение неразъемных соединений. Шероховатость поверхностей. Технические требования на чертежах. Выполнение чертежей сборочных единиц. Спецификация. Термины и определения. Уровни проектирования. Этапы проектирования. Техническая документация. Схемная документация. Система обозначения микросхем. Структурная схема. Схема электрическая принципиальная. Коммутационная схема. Условные графические обозначения. Буквенно-цифровые обозначения. Перечень элементов. Совмещенный топологический чертеж. Послойные топологические чертежи. Конструкции и изображения пленочных элементов микросхем. Позиционные обозначения элементов. Нумерация контактных площадок. Координаты установки элементов. Таблица характеристики слоев. Технические требования. Основная надпись. Сборочный чертеж корпусной микросхемы. Изображения навесных элементов. Изображение и обозначение соединений и выводов. Спецификация.

**В результате изучения дисциплины «Разработка производственно-технологической документации» студент должен:**

**Знать:** программные средства проектирования наноразмерных полупроводниковых приборов и систем и подготовки технологической документации; Нормативные и методические документы, регламентирующие процесс разработки и постановки производства наноразмерных полупроводниковых приборов и систем.

**Уметь:** применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображения и чертежей; выполнять и читать схемы и чертежи изделий и объектов приборостроения и другую производственно-технологическую документацию; использовать основные прикладные программные средства и информационные технологии, применяемые в сфере управления проектами.

**Владеть:** современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; навыками пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и технологической документации.

**Виды учебной работы:** практические занятия, самостоятельная работа (5 семестр)  
**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Разработка производственно-технологической документации»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часа).**

**Целями дисциплины является:** уметь использовать принципы системного подхода для проектирования и эксплуатации технологических процессов производства радиоэлектронной аппаратуры; выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения производственно-технологической документации различного назначения, а также для изучения правил и стандартов графического оформления конструкторской и технической документации на основные объекты проектирования в соответствии со специальностью.

**Место дисциплины в учебном процессе:** Дисциплина «Разработка производственно-технологической документации» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и нанoeлектроника».

**Компетенции:** В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-4, ОПК-8, ПК-17,18.

**Основные дидактические единицы (разделы):** «Предварительный проект», «Опытный образец», «Серийное (массовое) производство»: карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта. Элементы ТП (операция, переход, установ, позиция, прием), объекты ТП (деталь, узел, изделие, аппарат, система), виды ТП (индивидуальный, типовой, групповой), тип производства (массовое, серийное, единичное), виды производства (основное, вспомогательное). Полупроводниковые микросхемы. Пленочные микросхемы. Гибридные микросхемы. Техническая документация. Схемная документация. Система обозначения микросхем. Сборочный чертеж корпусной микросхемы. Изображения навесных элементов. Изображение и обозначение соединений и выводов. Спецификация.

**В результате изучения дисциплины «Разработка производственно-технологической документации» студент должен:**

**Знать:** программные средства проектирования наноразмерных полупроводниковых приборов и систем и подготовки технологической документации; Нормативные и методические документы, регламентирующие процесс разработки и постановки производства наноразмерных полупроводниковых приборов и систем.

**Уметь:** применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображения и чертежей; выполнять и читать схемы и чертежи изделий и объектов приборостроения и другую производственно-технологическую документацию; использовать основные прикладные программные средства и информационные технологии, применяемые в сфере управления проектами.

**Владеть:** современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; навыками пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и технологической документации.

**Виды учебной работы:** практические занятия, самостоятельная работа (5 семестр)  
**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники»**  
**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 6 ЗЕТ (216 часов)**

Целями освоения учебной дисциплины «Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники» является изучение основных физико-химических законов и методов, являющихся теоретической базой современной нано- и микроэлектроники; формирование навыков проведения термодинамических и кинетических расчетов.

**Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки «*Электроника и нанoeлектроника*».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- математический анализ и теория функций комплексных переменных; физика; химия и электрохимия;
- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- физика конденсированного состояния;
- физика поверхности полупроводников;
- нанотехнология.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                                                                                             | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                 |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ОПК-1            | Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.           | <b>Знать:</b> основные проблемы в своей предметной области.<br><b>Уметь:</b> описывать особенности кристаллической структуры полупроводниковых материалов.<br><b>Владеть:</b> методиками расчета основных термодинамических параметров полупроводниковых систем.                             |
| ОПК-2            | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат. | <b>Знать:</b> теоретические основы химической термодинамики.<br><b>Уметь:</b> прогнозировать полупроводниковые свойства многокомпонентных систем.<br><b>Владеть:</b> навыками расчета диаграмм плавокости систем «полупроводник – примесь» при разработке приборов нано- и микроэлектроники. |

|       |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПСК-2 | готовностью принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники | <p><b>Знать:</b> основные физико-химические процессы получения материалов микро- и нанoeлектроники.</p> <p><b>Уметь:</b> установить взаимосвязь: термодинамические условия получения – свойства материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками термодинамических и кинетических расчетов в программных средствах компьютерного моделирования.</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Количество аудиторных занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа. экзамен, курсовая работа.

Семестр – 3.

Длительность – 1 семестр.

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                       | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                                     |                        |                                                                                  |                              | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |                                          |                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
|     |                                                                                       |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                                     | Самостоятельная работа |                                                                                  |                              | Проверка отчетов                                           | Проверка хода выполнения курсовой работы | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                       |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Лабораторные \ практические занятия | Всего                  | Выполнение отчетов по лабораторным занятиям и подготовка к практическим занятиям | Выполнение курсового проекта |                                                            |                                          |                    |
|     | Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники                     | 1<br>-18        | 6<br>8                                                                                 | 3<br>4 | 34                                  | 14<br>8                | 1<br>26                                                                          | 2<br>2                       | 2<br>-17                                                   | 2<br>-16                                 | 2<br>-16           |
| 1   | Тема 1. Основные понятия и определения физической химии. Первое начало термодинамики. | 1<br>-2         | 0                                                                                      | 1<br>4 | 4                                   | 22                     | 1<br>8                                                                           | 4                            | 2                                                          | 2                                        |                    |
| 2   | Тема 2. Второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы.                    | 3<br>-5         | 1<br>2                                                                                 | 4      | 4                                   | 24                     | 1<br>8                                                                           | 6                            | 3<br>-5                                                    | 5                                        |                    |
| 3   | Тема 3. Константа равновесия химических реакций. Фазовые переходы                     | 6<br>-7         | 8                                                                                      | 4      | 0                                   | 22                     | 1<br>8                                                                           | 4                            | 6<br>-7                                                    | 7                                        |                    |
| 4   | Тема 4. Одно- и двухкомпонентные системы.                                             | 8<br>-12        | 2<br>8                                                                                 | 1<br>0 | 10                                  | 26                     | 1<br>8                                                                           | 8                            | 8<br>-12                                                   | 1<br>2                                   | 8                  |
| 5   | Тема 5. Элементы коллоидной химии.                                                    | 1<br>3-14       | 8                                                                                      | 4      | 4                                   | 20                     | 1<br>8                                                                           | 2                            | 1<br>3-14                                                  | 1<br>4                                   |                    |
| 6   | Тема 6. Основные понятия кристаллофизики.                                             | 1<br>5          | 6                                                                                      | 2      | 4                                   | 22                     | 1<br>8                                                                           | 4                            | 1<br>5                                                     | 1<br>5                                   |                    |
| 7   | Тема 7. Кристаллофизика полупроводников.                                              | 1<br>6-17       | 1<br>6                                                                                 | 4      | 8                                   | 22                     | 1<br>8                                                                           | 4                            | 1<br>6-17                                                  | 1<br>6                                   | 1<br>6             |

|  |                                    |        |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|--|------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
|  | Заключительная лекция              | 1<br>8 | 2 | 2 | - | - | - |  |  |  |  |
|  | Промежуточная аттестация – экзамен |        |   |   |   |   |   |  |  |  |  |

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия (3 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** экзаменом и курсовой работой.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Кристаллография и физическая химия полупроводников и диэлектриков»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 6 ЗЕТ (216 часов)**

Целями освоения учебной дисциплины «Кристаллография и физическая химия полупроводников и диэлектриков» является изучение основных физико-химических законов и методов, являющихся теоретической базой современной нано- и микроэлектроники; формирование навыков проведения термодинамических и кинетических расчетов.

**Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Кристаллография и физическая химия полупроводников и диэлектриков» в учебном плане находится в вариативной части, и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки *«Электроника и нанoeлектроника»*.

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- математический анализ и теория функций комплексных переменных; физика; химия и электрохимия;
- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- физика конденсированного состояния;
- физика поверхности полупроводников;
- нанотехнология.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                                                                                   | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                                                                                                          | 3                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-1            | Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики. | <p><b>Знать:</b> основные проблемы в своей предметной области.</p> <p><b>Уметь:</b> описывать особенности кристаллической структуры полупроводниковых материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками расчета основных термо-</p> |

|       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                      | динамических параметров полупроводниковых систем.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-2 | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат. | <b>Знать:</b> теоретические основы химической термодинамики.<br><b>Уметь:</b> прогнозировать полупроводниковые свойства многокомпонентных систем.<br><b>Владеть:</b> навыками расчета диаграмм плавкости систем «полупроводник – примесь» при разработке приборов нано- и микроэлектроники.                                     |
| ПСК-2 | готовностью принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники                                                                    | <b>Знать:</b> основные физико-химические процессы получения материалов микро- и нанoeлектроники.<br><b>Уметь:</b> установить взаимосвязь: термодинамические условия получения – свойства материалов.<br><b>Владеть:</b> навыками термодинамических и кинетических расчетов в программных средствах компьютерного моделирования. |

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Количество аудиторных занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа. экзамен, курсовая работа.

Семестр – 3.

Длительность – 1 семестр.

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                       | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                                     |                        |                                                                                  |                              | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |                                          |                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
|     |                                                                                       |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                                     | Самостоятельная работа |                                                                                  |                              | Проверка отчетов                                           | Проверка хода выполнения курсовой работы | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                       |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Лабораторные \ практические занятия | Всего                  | Выполнение отчетов по лабораторным занятиям и подготовка к практическим занятиям | Выполнение курсового проекта |                                                            |                                          |                    |
|     | Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники                     | 1<br>-18        | 8                                                                                      | 6      | 34                                  | 14                     | 1                                                                                | 2                            | 2                                                          | 2                                        | 2                  |
|     | Тема 1. Основные понятия и определения физической химии. Первое начало термодинамики. | 1<br>-2         | 0                                                                                      | 1      | 4                                   | 22                     | 1                                                                                | 4                            | 2                                                          | 2                                        |                    |
|     | Тема 2. Второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы.                    | 3<br>-5         | 2                                                                                      | 1      | 4                                   | 24                     | 1                                                                                | 6                            | 3                                                          | 5                                        |                    |
|     | Тема 3. Константа равновесия химических реакций. Фазовые переходы                     | 6<br>-7         | 8                                                                                      | 4      | 0                                   | 22                     | 1                                                                                | 4                            | 6                                                          | 7                                        |                    |
|     | Тема 4. Одно- и двухкомпонентные системы.                                             | 8<br>-12        | 8                                                                                      | 2      | 10                                  | 26                     | 1                                                                                | 8                            | 8                                                          | 1                                        | 8                  |

|   |                                              |           |        |   |   |    |        |   |           |        |        |
|---|----------------------------------------------|-----------|--------|---|---|----|--------|---|-----------|--------|--------|
|   |                                              |           |        |   |   |    |        |   |           |        |        |
| 5 | Тема 5.<br>Элементы коллоидной химии.        | 1<br>3-14 | 8      | 4 | 4 | 20 | 1<br>8 | 2 | 1<br>3-14 | 1<br>4 |        |
| 6 | Тема 6.<br>Основные понятия кристаллофизики. | 1<br>5    | 6      | 2 | 4 | 22 | 1<br>8 | 4 | 1<br>5    | 1<br>5 |        |
| 7 | Тема 7.<br>Кристаллофизика полупроводников.  | 1<br>6-17 | 1<br>6 | 4 | 8 | 22 | 1<br>8 | 4 | 1<br>6-17 | 1<br>6 | 1<br>6 |
| 8 | Заключительная лекция                        | 1<br>8    | 2      | 2 | - | -  | -      |   |           |        |        |
|   | Промежуточная аттестация – экзамен           |           |        |   |   |    |        |   |           |        |        |

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия (3 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** экзаменом и курсовой работой.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Автоматизация разработки технологических процессов»**  
**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»**  
**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ (180 часов).**

**Цели и задачи дисциплины:** подготовка бакалавров, обладающих широким кругозором в области автоматизированного проектирования электронных устройств и умеющих создавать их принципиальные электрические схемы и печатные современными средствами проектирования. Изучение дисциплины направлено на освоение принципов построения и использования информационных технологий проектирования электронных систем, а также получение практических навыков работы в интегрированной среде САПР.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Автоматизация разработки технологических процессов» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профильно-специализированные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Электроника и микроэлектроника».

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике;
- инженерная и компьютерная графика;
- разработка проектно-конструкторской документации;
- схемотехника.

**Основные дидактические единицы (разделы):**

Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства ЭУ. Основные понятия и определения. Этапы жизненного цикла промышленных изделий: проектирование, технологическая подготовка производства (ТПП), собственно производство, реализация продукции, эксплуатация, утилизации. Разновидности САПР. Методология системного подхода к проблеме проектирования сложных систем. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования техноло-

гического процесса. Системы САПР радиоэлектронной промышленности: функционального, конструкторского и технологического проектирования. Этапы проектирования сложных электронных устройств: техническое задание на проектируемый объект; научно-исследовательская работа; эскизный проект; технический проект; рабочий проект; технология изготовления и испытания спроектированного объекта.

Системы автоматизированного проектирования. Определение, назначение, цель САПР. САПР технологических процессов. Принципы создания систем автоматизированного проектирования конструкции и технологии. Системы автоматизированного проектирования ЭУ и их место среди других автоматизированных систем. Разновидности САПР. Виды обеспечения САПР: техническое; математическое, программное, информационное, лингвистическое, методическое, организационное. Структура САПР. Состав программного обеспечения САПР DipTrace: Component Editor - редактор компонентов, Pattern Editor - редактор корпусов, Schematic - редактор схем электрических принципиальных, PCB Layout - редактор печатных плат. Интерфейс САПР DipTrace. Настройка системы. Компоненты и библиотеки. Реализуемые функции и проектные операции. Правила и методика использования средств проектирования Компоновка узлов. Методы разбиения электрических схем. Размещение элементов схемы и трассировка соединений. Алгоритмы проектирования проводных и печатных соединений (методы трассировки).

Конструкторско-технологическое проектирование печатных плат. Основные понятия и определения. Этапы проектирования печатных плат (ПП). Конструкторские требования и характеристики ПП. Электрические требования и характеристики ПП. Технологические требования к ПП. Выбор типоразмера ПП. Конструкторско-технологическая документация. Подготовка разработанного проекта ПП к производству.

### **В результате изучения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- современные информационные технологии в области электроники и нанoeлектроники;
- особенности технологии производства, методы проектирования технологических процессов изготовления электронных узлов с помощью САПР;
- основные методы получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердо-тельной электроники;
- возможности САПР в области получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердо-тельной электроники;
- методы анализа с помощью САПР качества и надёжности проектируемых элементов;

#### **Уметь:**

- использовать современные ин-формационные технологии способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности;
- применять САПР при проектировании компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники и подготовки их к производству;
- формулировать цель решения проектной задачи, осуществлять выбор метода её решения;
- проектировать элементы функциональной и твердо-тельной электроники;
- пользоваться справочниками и ГОСТами;
- оформлять конструкторскую и техническую документацию.

#### **Владеть:**

- навыками поиска информации о соответствующих электронных приборах, устройствах и области их применения.
- навыками работы в САПР при проектировании компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники;
- методами и средствами создания и контроля элементов функциональной и твердо-тельной электроники в САПР;

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа (6 семестр)

**Изучение дисциплины заканчивается** курсовой работой и зачетом с оценкой.

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование датчиковой аппаратуры»**

**Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ (180 часов).**

#### **Цели освоения учебной дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Проектирование датчиковой аппаратуры» является формирование у студентов знаний и навыков по проектированию датчиковой аппаратуры в составе изделий ракетно-космической техники (РКТ) и техники специального назначения (ТСН) для процессов измерения, контроля и управления.

Задачами курса является:

- изучение теоретических основ проектирования датчиков для измерения различных физических величин;
- изучение принципов построения вторичных преобразователей;
- изучение конструктивных и технологических особенностей производства датчиковой аппаратуры (ДА);
- изучение основ анализа метрологических характеристик ДА и метрологического обеспечения ее производства.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору студента вариативной части учебного плана ОПОП ВО и является одной из дисциплин, формирующих общепрофессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины** базируется на освоении студентами следующих дисциплин:

- Физика;
- Инженерная и компьютерная графика;
- Компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике;
- Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- Теоретические основы электротехники;
- Материалы электронной техники;
- Схемотехника;
- Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, могут быть применены при прохождении практик, при выполнении НИР, выпускной квалификационной работы и в будущей профессиональной деятельности.

#### **Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- алгоритмы выполнения операций при проектировании ДА;
- стандартные программные средства для решения задач в области проектирования ДА;
- теоретические основы проектирования датчиков;
- основные методы расчета и проектирования датчиков и электронно-преобразующей аппаратуры;
- конструктивные и технологические особенности датчиков в составе изделий РКТ и ТСН;
- основные методы и средства автоматизации, применяемые для расчета и проектирования ДА;
- основные методы расчета и нормирования метрологических характеристик ДА.

**Уметь:**

- проводить анализ и синтез структур датчиков, вторичных преобразователей и их характеристик;
- выполнять расчет и проектирование датчиков и вторичных преобразователей к ним.

**Владеть:**

- навыками работы с пакетами прикладных программ для проектирования ДА;
- методами сквозного проектирования;
- навыками проведения математического, имитационного и физического моделирования датчиков и происходящих в них процессов;
- навыками проектирования датчиков с использованием средств автоматизации;
- методами анализа и корректировки метрологических характеристик ДА.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

- 1 Введение в дисциплину
- 2 Теоретические основы проектирования датчиков
- 3 Основы проектирования электронно-преобразующей аппаратуры
- 4 Основные принципы конструирования ДА
- 5 Основные технологии изготовления датчиков в АО «НИИФИ».
- 6 Основы метрологического обеспечения производства и испытаний ДА

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой и курсовым проектом.

**Аннотация рабочей программы учебной дисциплины  
«Физико-технологические основы пленочной электроники»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часов)**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Физико-технологические основы пленочной электроники» являются изучение физики пленочных структур, кинетики образования и роста тонких пленок, основных технологий получения тонких пленок, вакуумных методов напыления, вакуумного оборудования и средств контроля процессов вакуумного напыления, методов контроля параметров тонкопленочных структур, основ толстопленочной технологии и методов исследования пленочных структур.

**Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Физико-технологические основы пленочной электроники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

***Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:***

- математика, физика, химия, физ. химия и кристаллофизика материалов электронной техники, автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- материалы электронной техники, компьютерные технологии в нано- и микроэлектронике.

***Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:***

- технология электронной компонентной базы;
- нанотехнология;
- технология и проектирование тонкопленочных структур.

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                          | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ПК-8             | способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | <b>Знать:</b> кинетику термодинамических процессов образования и роста тонких пленок;<br>- основные технологии получения пленочных структур<br><b>Уметь:</b> определять критерии выбора метода вакуумного напыления на основе анализа технического задания и методов расчета основных параметров технологических процессов<br><b>Владеть:</b> работы с технологическим оборудованием получения пленочных структур. |
| ПК-9             | готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники      | <b>Знать:</b> методы исследования пленочных структур<br><b>Уметь:</b> определять основные структурные и химические особенности реальных пленочных элементов от идеальных моделей.<br><b>Владеть:</b> работы с диагностическим и измерительным оборудованием исследования пленочных структур                                                                                                                        |

|       |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПСК-1 | способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники                                               | <b>Знать:</b> область применения тонких и толстых пленок;<br>- способностью владеть основными технологиями получения тонких пленок, вакуумными методами напыления, основами толстопленочной технологии;<br>- основные особенности протекания физических процессов в пленочных структурах, происходящих при воздействии внешних электрического и магнитного полей, механических нагрузок и различного рода излучений.<br><b>Уметь:</b> производить расчет технологических режимов и параметров получения пленочных структур |
| ПСК-3 | способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники | <b>Знать:</b> устройство и правила эксплуатации установок вакуумного напыления.<br><b>Уметь:</b> разрабатывать инструкции по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.<br><b>Владеть:</b> навыками проверки технического состояния вакуумных установок и сопутствующего оборудования.                                                                                                                                                                  |

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Количество аудиторных занятий: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

Самостоятельная работа: в семестре – 112 часов, экзамен, зачет.

Семестр VI.

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                                                                           | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                                     |                        |                                                |                                                      | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |         |                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|--------------------|
|     |                                                                                                                                           |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                                     | Самостоятельная работа |                                                |                                                      | Проверка и сдача отчетов                                   | Экзамен | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                                                                           |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Лабораторные \ практические занятия | Всего                  | Выполнение отчетов по лабораторным занятиям им | Подготовка к сдаче коллоквиумов по лекционному курсу |                                                            |         |                    |
|     | Тонкопленочная электроника                                                                                                                | 1<br>-17        | 6<br>8                                                                                 | 3<br>4 | 34                                  | 11<br>2                | 3<br>8                                         | 3<br>8                                               | 2<br>-16                                                   |         | 2<br>-16           |
|     | Испарение и сублимация простых веществ, химических соединений и сплавов.                                                                  | 1               | 4                                                                                      | 2      | 2                                   | 4                      | 2                                              | 2                                                    | 2                                                          |         | 8                  |
|     | Распределение потока вещества на подложке при осаждении в вакууме.                                                                        | 2               | 2                                                                                      | 2      |                                     | 2                      |                                                | 2                                                    | -                                                          |         | 8                  |
|     | Средства откачки и контроля вакуума, вакуумные установки, оборудование контроля параметров вакуумного напыления и тонкопленочных структур | 3<br>-16        | 3<br>0                                                                                 | -      | 30                                  | 30                     | 3<br>0                                         | -                                                    | 2<br>-16                                                   |         | 2<br>-16           |
|     | Получение тонких пленок методами термовакуумного осаждения.                                                                               | 3<br>-4         | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 8                  |
|     | Получение тонких пленок импульсными методами.                                                                                             | 5<br>-6         | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 8                  |

| п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)                                                                                       | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |        |                                     |                        |                                                |                                                      | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |         |                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|--------------------|
|     |                                                                                                                                       |                 | Аудиторная работа                                                                      |        |                                     | Самостоятельная работа |                                                |                                                      | Проверка и сдача отчетов                                   | Экзамен | Рейтинговая оценка |
|     |                                                                                                                                       |                 | Всего                                                                                  | Лекции | Лабораторные \ практические занятия | Всего                  | Выполнение отчетов по лабораторным занятиям им | Подготовка к сдаче коллоквиумов по лекционному курсу |                                                            |         |                    |
|     | Получение тонких пленок методами ионного распыления твердых тел.                                                                      | 7<br>-8         | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 8                  |
|     | Получение тонких пленок методами ионного осаждения из непрерывного потока.                                                            | 9<br>-10        | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 10<br>6            |
|     | Кинетика образования и роста тонких пленок при осаждении вещества в вакууме.                                                          | 1<br>1-12       | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 12<br>6            |
|     | Моделирование и расчет процессов зародышеобразования. Эффект замедленной конденсации.                                                 | 1<br>3-14       | 4                                                                                      | 4      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 14<br>6            |
| 0   | Расчет технологических режимов напыления тонких пленок в вакууме.                                                                     | 1<br>5          | 2                                                                                      | 2      |                                     | 4                      |                                                | 4                                                    |                                                            |         | 5<br>6             |
| 1   | Толстопленочная технология: материалы, пасты, структура технологического цикла изготовления элементов, методы формирования топологии. | 1<br>6-17       | 4                                                                                      | 4      |                                     | 10                     | 2                                              | 6                                                    | 1<br>7                                                     |         | 17<br>6            |
| 2   | Промежуточная аттестация - зачет                                                                                                      | 1<br>7          | 2                                                                                      |        | 2                                   | 2                      | 2                                              |                                                      |                                                            |         |                    |
| 3   | Промежуточная аттестация – экзамен                                                                                                    |                 |                                                                                        |        |                                     | 36                     |                                                |                                                      |                                                            |         |                    |

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом и экзаменом.**

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Моделирование датчиковой аппаратуры»**

**Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 5 ЗЕТ (180 часов)**

**Цели освоения учебной дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Моделирование датчиковой аппаратуры» является приобретение знаний в области трехмерного компьютерного моделирования, формирование у студента навыков решения инженерно-проектных задач с использованием современных пакетов прикладных программ, формирование умений по моделированию датчиковой аппаратуры (ДА).

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору студента вариативной части учебного плана ОПОП ВО и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные и профильно-специализированные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

**Изучение данной дисциплины**

Изучение данной дисциплины базируется на освоении следующих дисциплин:

- Физика;
- Компьютерные технологии в nano- и микроэлектронике;
- Инженерная и компьютерная графика;
- Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- Теоретические основы электротехники;
- Схемотехника;
- Метрологическое обеспечение процессов nano- и микроэлектроники.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, могут быть применены при прохождении практик, при выполнении НИР, выпускной квалификационной работы и в будущей профессиональной деятельности.

**Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- этапы технологической подготовки производства датчиков в составе изделий ракетно-космической техники (РКТ) и техники специального назначения (ТСН);
- методы моделирования датчиковой аппаратуры
- алгоритмы выполнения операций;
- стандартные программные средства для решения задач в области проектирования и конструирования электронных средств;
- порядок проведения поверочных расчетов при разработке конструкции датчика;
- основные методы расчета и проектирования датчиков и электронно-преобразующей аппаратуры;
- конструктивные и технологические особенности датчиков в составе изделий РКТ и ТСН;
- основные методы и средства автоматизации, применяемые для расчета и проектирования ДА;

- основные методы расчета и нормирования метрологических характеристик ДА.

**Уметь:**

- проводить анализ и синтез структур датчиков, вторичных преобразователей и их характеристик;
- выполнять расчет и проектирование датчиков и вторичных преобразователей к ним;
- создавать трехмерные объекты в основных пакетах прикладных программ по трехмерному моделированию;
- проводить поверочные расчеты в MCAD системе;
- оценивать точность и достоверность результатов моделирования.

**Владеть:**

- навыками применения трехмерной компьютерной графики;
- методами сквозного проектирования;
- навыками проведения математического, имитационного и физического моделирования датчиков и происходящих в них процессов
- навыками проектирования датчиков с использованием средств автоматизации;
- навыками проверки адекватности модели, оценки точности и достоверности результатов;
- методами анализа и корректировки метрологических характеристик ДА;
- навыками 3D-макетирования датчиков.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

- 1 Термины и определения
- 2 Программные инструменты для 3D-моделирования ДА
- 3 Аппаратные инструменты для 3D-моделирования ДА
- 4 Проектирование 3D-модели датчика
  - 4.1 Разработка математической модели и имитационное моделирование в среде MATLAB
  - 4.2 Разработка принципиальной электрической схемы и сквозное проектирование печатной платы в ECAD системе
  - 4.3 Разработка конструкции и проведение поверочных расчетов в MCAD системе
  - 4.4 Проверка адекватности модели. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.
- 5 3D-макетирование датчика.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом и экзаменом.

**Аннотация рабочей программы дисциплины**

**«Методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники»**

**Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»**

**Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 3 ЗЕТ (108 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:**

Цели и задачи дисциплины: формирование знаний в области экспериментальных методов исследования состава, структуры электрофизических и оптических свойств полу-

проводниковых материалов и структур электроники.

### **Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники» в учебном плане находится в вариативной части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки "Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств".

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:

Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;

Квантовая механика и статистическая физика;

### **Компетенции:**

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                   | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК-13            | способностью налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники | <b>знать:</b><br>- принцип действия и устройство оборудования для исследования материалов и структур электроники;<br><b>уметь:</b><br>- налаживать, испытывать, проверять работоспособность оборудования;<br><b>владеть:</b><br>- навыками по выявлению проблем и проведению диагностики оборудования. |
| ПК-15            | способностью к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования                                                                                                                                                                     | <b>знать:</b><br>- основные способы и методы проведения сервисного обслуживания оборудования;<br><b>уметь:</b><br>- применять соответствующие методики диагностики при сервисном обслуживании оборудования;<br><b>владеть:</b><br>- навыками по сервисному обслуживанию оборудования.                  |

### **Основные дидактические единицы (разделы):**

Измерение удельного сопротивления полупроводников. Двухзондовый и четырехзондовый методы. Применение четырехзондового метода к образцам простой геометрической формы. Измерение удельного сопротивления диффузионных, эпитаксиальных и ионнолегированных слоев четырехзондовым методом. Метод сопротивления растекания. Высокочастотные бесконтактные способы измерения. Измерение концентрации носителей заряда. Определение концентрации доноров и акцепторов по температурной зависимости подвижности. Измерение распределения концентрации и подвижности носителей. Определение концентрации носителей заряда по Холловской подвижности. Измерение подвижности методами тока Холла и геометрического магнитосопротивления. Измерение характеристик параметров неравновесных носителей заряда. Параметры неравновесных носителей заряда. Методы измерения дрейфовой подвижности, коэффициента диффузии и диффузионной длины неосновных носителей заряда. Метод движущегося светового луча. Измерение времени жизни носителей заряда методом модуляции проводимости в точечном контакте. Вольт-фарадные методы измерения параметров полупроводников.

Применение электронного микроскопа для изучения структурного совершенства полупроводников. Применение рентгеновских топографических методов для изучения

дефектов. Растровая электронная микроскопия. Инфракрасная интерференция и интерференция в видимой области спектра. Определение толщины эпитаксиальных слоев методами эллипсометрии и инфракрасной интерференции. Метод окрашивания шлифа. Измерение отклонения от плоскостности и контроль рельефа поверхности полупроводниковых пластин и структур. Вторичная ионная масс-спектрометрия. Электронная спектроскопия для химического анализа. Электронная Оже-спектроскопия. Дифракционная решетка. Структурная электронография. Рентгеновский структурный анализ.

Исследование параметров приборов и устройств. Планирование экспериментов по исследованию параметров изготовленного устройства. Выбор и изучение измерительного оборудования. Изучение методик экспериментальных работ. Измерения параметров устройства. Анализ результатов.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (7 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы обработки измерительных сигналов»**

**Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины – 3 ЗЕТ (108 часов)**

#### **Цели освоения учебной дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Системы обработки измерительных сигналов» является приобретение знаний в области современных инструментов, технологий и алгоритмов обработки информации в системах обработки измерительных сигналов.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору студента вариативной части учебного плана ОПОП ВО и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные компетенции, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

**Изучение данной дисциплины** базируется на освоении следующих дисциплин:

- Функции комплексной переменной / Теория вероятностей и математическая статистика;
- Автоматизированные методы обработки результатов экспериментальных исследований;
- Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, могут быть применены при прохождении практик, при выполнении НИР, выпускной квалификационной работы и в будущей профессиональной деятельности.

#### **Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:

##### **Знать:**

- основные методы и алгоритмы обработки измерительных сигналов, а также виды оборудования, применяемого в системах обработки измерительных сигналов (СОИС);
- принципы построения и особенности архитектуры СОИС;

– основные характеристики сигналов и помех.

**Уметь:**

- осуществлять сбор данных;
- использовать пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных;
- выделять информативные характеристики и параметры сигналов и верно интерпретировать их.

**Владеть:**

- навыками наладки и проверки работоспособности измерительного и технологического оборудования, применяемого в СОИС;
- навыками настройки и устранения неполадок в работе измерительного оборудования, применяемого при введении в эксплуатацию СОИС.

**Основные дидактические единицы (разделы)**

1. Типовая структура систем обработки ИС. Классификация. Термины и определения
2. Цифровая обработка сигналов
  - 2.1. Дискретизация и квантование сигналов. Математическое описание цифровых последовательностей. Разностные уравнения систем и фильтры
  - 2.2. Описание систем передаточными функциями. Преобразование Фурье. Спектральный анализ сигналов.
  - 2.3. Сжатие и восстановление сигналов
3. Аппаратная реализация систем обработки ИС
4. Системы мониторинга и контроля.

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа (7 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

**Аннотация программы**

**«Государственная итоговая аттестация и оценочные средства для ГИА»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

**Профили подготовки: «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств».**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов).**

**Цели государственной итоговой аттестации, виды аттестационных испытаний выпускников направления подготовки 11.03.04 –Электроника и нанoeлектроника.**

В соответствии со статьей 59 Федерального закона Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», государственная итоговая аттестация, завершающая освоение основных профессиональных образовательных программ, является обязательной.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника.

Государственная итоговая аттестация выпускников ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» по основной профессиональной образовательной программе ВО по направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника состоит из одного аттестационного испытания:

- защиты выпускной квалификационной работы.

### **Виды профессиональной деятельности выпускников и соответствующие им задачи профессиональной деятельности**

Виды профессиональной деятельности выпускников:

- производственно-технологическая;
- монтажно-наладочная;
- сервисно-эксплуатационная.

Задачи профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС по данному направлению подготовки 11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника:

#### **а) 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;

#### **б) 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 нанoeлектроники;
- участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники;

#### **в) 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 заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

### **Компетенции студента контролируемые по результатам ГИА**

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- готовностью пользоваться основными методами защиты производственного пер-

сонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);

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

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

- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);

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

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

- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);

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

- способностью использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8);

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

- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);

- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-9);

- 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-13);

- готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-14);

- способностью к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования (ПК-15);

- готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт (ПК-16);

- способностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры (ПК-17);

- способностью разрабатывать инструкции для обслуживающего персонала по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения (ПК-18);

- способностью технологического проектирования компонентов и изделий микро- и нанoeлектроники (ПСК-1);

- готовностью принимать участия в разработке технологии и исследовании перспективных материалов электронной техники (ПСК-2);

- способностью владеть основными методами получения, и технологического проектирования элементов функциональной и твердотельной электроники (ПСК-3).

**Приложение 4 – Программы учебных практик по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.**

**Аннотация программы дисциплины**  
**«Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**  
**Профили подготовки «Нанотехнология и технология микроелектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:** Целью учебной практики является формирование системы первичных профессиональных умений и навыков, непосредственно ориентированных на профессионально- практическую подготовку обучающихся, приобретение ими компетенций, практического умения, навыков в сфере профессиональной деятельности, в том числе умений и навыков научно- исследовательской деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Учебная практика находится в блоке Б.2 (Практики) и относится к типу практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- история электронной техники;
- математический анализ и теория функций комплексных переменных;
- линейная алгебра и аналитическая геометрия;
- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроелектронике;
- инженерная и компьютерная графика;
- химия и электрохимия;
- автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- теория вероятностей и математическая статистика;
- физика

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- промышленная экология;
- материалы электронной техники;
- физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники;
- схемотехника;
- физика конденсированного состояния;
- измерения и контроль в нано- и микроелектронике;
- разработка проектно-конструкторской документации;
- разработка производственно-технологической документации;
- производственная практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с измерительно-контрольным оборудованием.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:** требования к проведению наладки, испытания и проверки работоспособности оборудования; требования для проведения монтажных работ изделий электронной техники; требования, предъявляемые к проведению регламентных проверок; сроки составления заявок на запасные детали и расходные материалы; требования, предъявляемые к разрабатываемой документации.

**Уметь:** использовать приборы и устройства, необходимые для наладки, испытания и диагностики; представлять изделие электронной техники и его составных частей в виде трехмерного изображения; проводить профилактический осмотр; составлять заявки в со-

ответствии с нормативными документами; излагать разрабатываемые инструкции в понятной и доступной форме.

**Владеть:** навыками работы с компьютерами контрольно-измерительной аппаратуры; способность применять пакеты прикладных компьютерных программ для представления информации по проведению монтажных работ изделий электронной техники; начальными навыками проведения текущего ремонта; способностью применения компьютерных программами по составлению соответствующей документации; навыками эксплуатации технического оборудования и программного обеспечения.

**Виды учебной работы:** самостоятельная работа (2 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается** зачетом с оценкой.

**Приложение 5 – Программы производственных практик по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств» для лиц, поступивших в 2014 г.**

**Аннотация программы дисциплины  
«Практика по получению профессиональных умений и  
опыта профессиональной деятельности»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных  
устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ (108 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:** Целью практики является формирование системы профессиональных умений и приобретение опыта профессиональной деятельности, приобретение обучающимися практического умения и навыков в сфере профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Производственная практика находится в блоке Б.2 (Практики) и относится к типу практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- физика;
- теоретические основы электротехники;
- промышленная экология;
- материалы электронной техники;
- физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники;
- квантовая механика и статистическая физика;
- схемотехника;
- физика конденсированного состояния;
- измерения и контроль в нано- и микроэлектронике;
- разработка проектно-конструкторской документации;
- разработка производственно-технологической документации;
- учебная практика.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС;
- физика поверхности полупроводников;
- технология полупроводниковых и диэлектрических материалов;
- метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники;
- моделирование датчиковой аппаратуры;
- физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники;
- физико-технологические основы функциональной электроники;
- методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники;
- применение атомно-силовых и туннельных микроскопов и манипуляторов;
- технология нано- и микроэлектромеханических систем;
- производственно-технологическая практика.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**Знать:** требования к проведению наладки, испытания и проверки работоспособности оборудования; требования для проведения монтажных работ изделий электронной техники; требования, предъявляемые к проведению регламентных проверок; сроки составления заявок на запасные детали и расходные материалы; требования, предъявляемые к разрабатываемой документации.

**Уметь:** использовать приборы и устройства, необходимые для наладки, испытания и диагностики; представлять изделие электронной техники и его составных частей в виде трехмерного изображения; проводить профилактический осмотр; составлять заявки в соответствии с нормативными документами; излагать разрабатываемые инструкции в понятной и доступной форме.

**Владеть:** навыками работы с компьютерами контрольно-измерительной аппаратуры; способность применять пакеты прикладных компьютерных программ для представления информации по проведению монтажных работ изделий электронной техники; начальными навыками проведения текущего ремонта; способностью применения компьютерных программами по составлению соответствующей документации; навыками эксплуатации технического оборудования и программного обеспечения.

**Виды учебной работы:** самостоятельная работа (4 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

#### **Аннотация программы дисциплины**

**«Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

**Профили подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:** Целью производственно- технологической практики является формирование у выпускника бакалавриата системы профессиональных умений и навыков в области профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

#### **Место дисциплины в учебном процессе**

Производственно-технологическая практика относится к вариативной части программы бакалавриата Блок Б.2 (Практики).

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- экономика и организация производства;
- компьютерные и информационные технологии в нано- и микроэлектронике;
- автоматизированные методы обработки результатов эксперимента;
- промышленная экология;
- материалы электронной техники;
- правовое обеспечение профессиональной деятельности;
- автоматизация разработки технологических процессов;
- измерения и контроль в нано- и микроэлектронике;
- технология полупроводниковых и диэлектрических материалов;
- метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники;
- моделирование датчиковой аппаратуры;
- физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники;
- физико-технологические основы функциональной электроники;
- измерения и контроль в нано- и микроэлектронике;
- технология полупроводниковых и диэлектрических материалов;
- метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники;
- моделирование датчиковой аппаратуры;

- физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники;
- физико-технологические основы функциональной электроники;
- разработка проектно-конструкторской документации;
- разработка производственно-технологической документации;

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- автоматизация разработки технологических процессов;
- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- нанотехнология;
- технология электронной компонентной базы;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- проектирование датчиковой аппаратуры;
- технологическая практика;
- преддипломная практика;
- государственная итоговая аттестация.

**В результате изучения дисциплины студент должен знать:**

- требования к проведению наладки, испытания и проверки работоспособности технологического оборудования;
- требования, предъявляемые к монтажным и испытательным работам изделий электронной техники;
- требования, предъявляемые к проведению регламентных проверок;
- сроки составления заявок на запасные детали и расходные материалы;
- требования, предъявляемые к разрабатываемой документации;

**уметь:**

- использовать автоматизированные средства контроля и диагностики технологического оборудования;
- систематизировать и анализировать результаты испытаний для представления их в виде отчетной документации;
- проводить регламентную проверку и профилактический осмотр;
- составлять заявки в соответствии с нормативными документами и использование базы данных предприятия;
- излагать разрабатываемые инструкции в понятной и доступной форме;

**владеть:**

- навыками работы с технологическим оборудованием для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- технологией монтажных и испытательных работ для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- навыками проведения профилактического осмотра и текущего ремонта;
- навыками поверки и калибровки технологической аппаратуры;
- навыками эксплуатации технологического оборудования и программного обеспечения;

**Виды учебной работы:** самостоятельная работа (6 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

**Аннотация программы дисциплины  
«Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков  
работы в качестве инженера-технолога»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных  
устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:** Целью технологической практики является формирование у выпускника бакалавриата системы профессиональных умений и навыков в области профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

**Место дисциплины в учебном процессе**

Технологическая практика относится к вариативной части программы бакалавриата Блок Б.2 (Практики).

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- социальная психология;
- безопасность жизнедеятельности;
- автоматизация разработки технологических процессов;
- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- нанотехнология;
- нанoeлектроника;
- технология электронной компонентной базы;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- проектирование датчиковой аппаратуры;
- технология и проектирование тонкопленочных структур;
- системы обработки измерительных сигналов;
- автоматизация разработки технологических процессов;
- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- нанотехнология;
- технология электронной компонентной базы;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- проектирование датчиковой аппаратуры.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- преддипломная практика;
- государственная итоговая аттестация.

**В результате изучения дисциплины студент должен  
знать:**

- требования к проведению наладки, испытания и проверки работоспособности технологического оборудования;
- требования, предъявляемые к монтажным и испытательным работам изделий электронной техники;
- требования, предъявляемые к проведению регламентных проверок;
- сроки составления заявок на запасные детали и расходные материалы;
- требования, предъявляемые к разрабатываемой документации;

**уметь:**

- использовать автоматизированные средства контроля и диагностики технологического оборудования;

- систематизировать и анализировать результаты испытаний для представления их в виде отчетной документации;
- проводить регламентную проверку и профилактический осмотр;
- составлять заявки в соответствии с нормативными документами и использование базы данных предприятия;

- излагать разрабатываемые инструкции в понятной и доступной форме;

**владеть:**

- навыками работы с технологическим оборудованием для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- технологией монтажных и испытательных работ для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- навыками проведения профилактического осмотра и текущего ремонта;
- навыками поверки и калибровки технологической аппаратуры;
- навыками эксплуатации технологического оборудования и программного обеспечения.

**Виды учебной работы:** самостоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

### **Аннотация программы дисциплины «Преддипломная практика»**

**Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профили подготовки «Нанотехнология и технология микроэлектронных устройств»**

**Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов)**

**Цели и задачи дисциплины:** Целью преддипломной практики является формирование у выпускника бакалавриата системы профессиональных умений и навыков в области профессиональной деятельности по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

**Место дисциплины в учебном процессе**

**Преддипломная практика** относится к вариативной части программы бакалавриата Блок Б.2 (Практики).

**Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин:**

- социальная психология;
- безопасность жизнедеятельности;
- автоматизация разработки технологических процессов;
- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- нанотехнология;
- нанoeлектроника;
- технология электронной компонентной базы;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- проектирование датчиковой аппаратуры;
- технология и проектирование тонкопленочных структур;
- системы обработки измерительных сигналов;
- автоматизация разработки технологических процессов;
- физико-технологические основы полупроводниковой электроники;
- нанотехнология;

- технология электронной компонентной базы;
- основы проектирование электронной компонентной базы;
- проектирование датчиковой аппаратуры.

**Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:**

- государственная итоговая аттестация.

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:**

- требования к проведению наладки, испытания и проверки работоспособности технологического оборудования;
- требования, предъявляемые к монтажным и испытательным работам изделий электронной техники;
- требования, предъявляемые к проведению регламентных проверок;
- сроки составления заявок на запасные детали и расходные материалы;
- требования, предъявляемые к разрабатываемой документации;

**уметь:**

- использовать автоматизированные средства контроля и диагностики технологического оборудования;
- систематизировать и анализировать результаты испытаний для представления их в виде отчетной документации;
- проводить регламентную проверку и профилактический осмотр;
- составлять заявки в соответствии с нормативными документами и использование базы данных предприятия;
- излагать разрабатываемые инструкции в понятной и доступной форме;

**владеть:**

- навыками работы с технологическим оборудованием для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- технологией монтажных и испытательных работ для изготовления и обслуживания изделий электронной техники;
- навыками проведения профилактического осмотра и текущего ремонта;
- навыками поверки и калибровки технологической аппаратуры;
- навыками эксплуатации технологического оборудования и программного обеспечения;

**Виды учебной работы:** самостоятельная работа (8 семестр).

**Изучение дисциплины заканчивается зачетом.**

**Приложение 6 – Матрица соответствия компетенций, формирующих их составных частей ОПОП ВО и оценочных средств для лиц, поступивших в 2014 г.**

Формы оценочных средств: текущая - УО (устный опрос), Т (тест), Р (реферат), Кл (коллоквиум), К (контрольная работа), О (отчет); промежуточная - З (зачет), Э (экзамен), КНР (курсовой проект или работа)

| Индекс   | Дисциплины и практики                                        | Формируемые компетенции | Формы оценочных средств |
|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Б.1.1.1  | История                                                      | ОК-2,6                  | Э                       |
| Б.1.1.2  | Иностранный язык                                             | ОК-5,6                  | З                       |
| Б.1.1.3  | Философия                                                    | ОК-1                    | З                       |
| Б.1.1.4  | Экономика и организация производства                         | ОК-3                    | Э                       |
| Б.1.1.5  | Математика                                                   | ОПК-1,2                 | Э                       |
| Б.1.1.6  | Физика                                                       | ОПК-1,2                 | Э, З                    |
| Б.1.1.7  | Химия                                                        | ОПК-1,2                 | Э                       |
| Б.1.1.8  | Экология                                                     | ОПК-1,2                 | З                       |
| Б.1.1.9  | Линейная алгебра и аналитическая геометрия                   | ОПК-1,2                 | Э                       |
| Б.1.1.10 | Инженерная и компьютерная графика                            | ОПК-4,9                 | З                       |
| Б.1.1.11 | Теоретические основы электротехники                          | ОПК-3                   | Э                       |
| Б.1.1.12 | Социология                                                   | ОК-6,7                  | З                       |
| Б.1.1.13 | Безопасность жизнедеятельности                               | ОК-9                    | З                       |
| Б.1.1.14 | Автоматизированные методы обработки результатов эксперимента | ОПК-5,9                 | Э, З, КНР               |
| Б.1.1.15 | Теория вероятностей и математическая статистика              | ОПК-1,2                 | З                       |
| Б.1.1.16 | Квантовая механика и статистическая физика                   | ОПК-1,2                 | Э, З                    |
| Б.1.1.17 | Компьютерные технологии в нано- и микро-электронике          | ОПК-5,6,7,9             | Э, З, КНР               |
| Б.1.1.18 | Квантовая и оптическая электроника                           | ОПК-7                   | Э, З                    |
| Б.1.1.19 | Схемотехника                                                 | ОПК-3                   | З, КНР                  |
| Б.1.1.20 | Физическая культура                                          | ОК-8                    | З                       |
| Б.1.1.21 | Правовое обеспечение профессиональной деятельности           | ОК-4; ОПК-8             | З                       |
| Б.1.1.22 | Компьютерный английский язык                                 | ОК-5                    | З                       |
| Б.1.1.23 | Культурология                                                | ОК-5,6                  | З                       |

|                  |                                                                                                                                      |                             |                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Б.1.1.24         | История электронной техники                                                                                                          | <b>ОПК-7</b>                | <b>З</b>         |
| Б.1.1.25         | Информационные технологии                                                                                                            | <b>ОПК-4,7</b>              | <b>З</b>         |
| Б.1.2.1          | Физика конденсированного состояния                                                                                                   | <b>ОПК-1,2; ПСК-2</b>       | <b>Э, З, КНР</b> |
| Б.1.2.2          | Основы проектирование электронной компонентной базы                                                                                  | <b>ПСК-1,3</b>              | <b>Э, З, КНР</b> |
| Б.1.2.3          | Технология и проектирование тонкопленочных структур                                                                                  | <b>ПК-13,16,18; ПСК-1,3</b> | <b>З, КНР</b>    |
| Б.1.2.4          | Физика поверхности                                                                                                                   | <b>ОПК-1,2; ПСК-3</b>       | <b>Э</b>         |
| Б.1.2.5          | Метрологическое обеспечение процессов нано- и микроэлектроники                                                                       | <b>ПК-14-16</b>             | <b>З</b>         |
| Б.1.2.6          | Нанотехнология материалов и компонентов электронной техники                                                                          | <b>ОПК-7; ПК-8,9</b>        | <b>З</b>         |
| Б.1.2.7          | Технология электронной компонентной базы                                                                                             | <b>ПК-8,9,14</b>            | <b>Э, З, КНР</b> |
| Б.1.2.8          | Физико-технологические основы вакуумной и плазменной электроники                                                                     | <b>ПК-8; ПСК-2</b>          | <b>Э, З</b>      |
| Б.1.2.9          | Технология нано- и микроэлектромеханических систем                                                                                   | <b>ПК-8,9,18</b>            | <b>З</b>         |
| Б.1.2.10         | Материалы электронной техники                                                                                                        | <b>ПК-8,9; ПСК-2</b>        | <b>Э, З, КНР</b> |
| Б.1.2.11         | Микросхемотехника и технологическое проектирование цифровых ИМС                                                                      | <b>ОПК-3; ПСК-1,3</b>       | <b>Э, З</b>      |
| Б.1.2.12         | Нанoeлектроника                                                                                                                      | <b>ОПК-7; ПСК-1</b>         | <b>З</b>         |
| Б.1.2.13         | Технология материалов электронной техники                                                                                            | <b>ПК-8, ПК-9</b>           | <b>Э, З</b>      |
| Б.1.2.14.<br>1/2 | Физико-технологические основы полупроводниковой электроники/ Функциональная электроника                                              | <b>ПСК-1,3</b>              | <b>Э, З, КНР</b> |
| Б.1.2.15.<br>1/2 | Разработка проектно-конструкторской документации/ Разработка производственно-технологической документации                            | <b>ОПК-4,8; ПК-17,18</b>    | <b>З</b>         |
| Б.1.2.16<br>.1/2 | Физическая химия и кристаллофизика материалов электронной техники/ Кристаллография и физическая химия полупроводников и диэлектриков | <b>ОПК-1,2; ПСК-2</b>       | <b>Э, КНР</b>    |

|                  |                                                                                                                                                                |                                                             |               |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| Б.1.2.17.<br>1/2 | Автоматизация разработки технологических процессов/ Проектирование датчиковой аппаратуры                                                                       | <b>ОПК-9; ПСК-1,3</b>                                       | <b>3, КПР</b> |
| Б.1.2.18.<br>1/2 | Физико-технологические основы пленочной электроники/ Моделирование датчиковой аппаратуры                                                                       | <b>ПК-8,9; ПСК-1,3</b>                                      | <b>Э, 3</b>   |
| Б.1.2.19.<br>1/2 | Методы исследования и испытания материалов нано- и микроэлектроники/ Системы обработки измерительных сигналов                                                  | <b>ПК-13, 15</b>                                            | <b>3</b>      |
| Б.2.2.1.<br>1    | Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно – исследовательской деятельности              | <b>ПК-13,14,16,17,18</b>                                    | <b>3</b>      |
| Б.2.2.2.<br>1    | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                                                                            | <b>ПК- 13,14,16,17,18</b>                                   | <b>3</b>      |
| Б.2.2.2.<br>2    | Производственно-технологическая практика по получению профессиональных умений и профессионального опыта работы с производственно-технологическим оборудованием | <b>ПК-13,14,16,17,18</b>                                    | <b>3</b>      |
| Б.2.2.2.<br>3    | Технологическая практика, направленная на получение первичных навыков работы в качестве инженера - технолога                                                   | <b>ПК-13,14,16,17,18</b>                                    | <b>3</b>      |
| Б.2.2.2.<br>4    | Преддипломная практика                                                                                                                                         | <b>ПК-13,14,16,17,18</b>                                    | <b>3</b>      |
| Б.3.1            | Подготовка и защита ВКР                                                                                                                                        | <b>ОК 1-9; ОПК-1-9; ПК-8,9,13,14,15,16,17,18; ПСК-1,2,3</b> |               |
| Э.1.1            | Прикладная физическая культура                                                                                                                                 | <b>ОК-8</b>                                                 | <b>3</b>      |

Формы оценочных средств: текущая - УО (устный опрос), Т (тест), Р (реферат), Кл (коллоквиум), К (контрольная работа), О (отчет); промежуточная - 3 (зачет), Э (экзамен), КПР (курсовой проект или работа)