

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

УТВЕРЖДАЮ



И.о. ректора ВГТУ

С.А. Колодяжный

«\_\_\_» декабря 2016 г.

**ОСНОВНАЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**Образовательная программа высшего образования – бакалавриат**

**Направление подготовки  
28.03.02 «Наноинженерия»**

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Направленность:** Инженерные нанотехнологии в приборостроении

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения:** 4 года

**Выпускающая кафедра:** Полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Программа рассмотрена на заседании МКНП 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиля «Инженерные нанотехнологии в приборостроении» 19.12.2016 г.  
(протокол № 1)

Председатель МКНП

  
подпись

Рембеза С.И.  
ФИО

Заведующий  
выпускающей кафедрой

  
подпись

Рембеза С.И.  
ФИО

Программа рассмотрена на заседании ученого совета факультета радиотехники  
и электроники 23.12.2016 г. (протокол № 10)

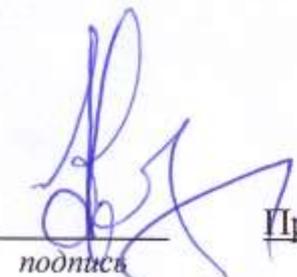
Декан факультета РТЭ

  
подпись

Небольсин В.А.  
ФИО

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического  
совета ВГТУ

  
подпись

Проскурин Д.К. 22.12.2016 г.  
ФИО

Начальник УОПр

  
подпись

Халявина А.В. 20.12.2016 г.  
ФИО

Начальник ОКОП УОПр

  
подпись

Дорохова О.Н. 20.12.2016 г.  
ФИО

ОП ВО утверждена решением Ученого совета ВГТУ  
от 31.01.2016 г. (протокол № 8)

## **Лист регистрации изменений и дополнений к ОП ВО**

ОП ВО пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году решением Ученого совета ВГТУ от \_\_.\_\_.20\_\_ г. (протокол № \_\_)

ОП ВО пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году решением Ученого совета ВГТУ от \_\_.\_\_.20\_\_ г. (протокол № \_\_)

ОП ВО пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году решением Ученого совета ВГТУ от \_\_.\_\_.20\_\_ г. (протокол № \_\_)

## **ВВЕДЕНИЕ**

Образовательная программа высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия» является системой учебно-методических документов, сформированной на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по данному направлению подготовки и включает согласно ФГОС ВО рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы практик и научно-исследовательской работы, итоговой государственной аттестации, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Представленный вариант ОП ВО разработан для подготовки бакалавров по профилю «Инженерные нанотехнологии в приборостроении», реализуемой на кафедре полупроводниковой электроники и наноэлектроники ФГБОУ ВО «ВГТУ».

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Используемые определения и сокращения

**Владение (навык):** составной элемент умения, как автоматизированное действие, доведенное до высокой степени совершенства;

**зачетная единица (ЗЕТ):** мера трудоемкости образовательной программы (1 ЗЕТ = 36 академическим часам);

**знание:** понимание, сохранение в памяти и умение воспроизводить основные факты науки и вытекающие из них теоретические обобщения (правила, законы, выводы и т. п.);

**компетенция:** способность применять знания, умения и навыки для успешной трудовой деятельности;

**конспект лекций (авторский):** учебно-теоретическое издание, в компактной форме отражающее материал всего курса, читаемого определенным преподавателем;

**курс лекций (авторский):** учебно-теоретическое издание (совокупность отдельных лекций), полностью освещающее содержание учебной дисциплины;

**модуль:** совокупность частей учебной дисциплины (курса) или учебных дисциплин (курсов), имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;

**образовательная программа высшего образования** — совокупность учебно-методической документации, включающей в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей), иных компонентов и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии;

**программное обеспечение «Планы» (ПО «Планы»):** программное обеспечение, разработанное Лабораторией математического моделирования и информационных систем (ММИИС), которое позволяет разрабатывать УП, план работы кафедры, индивидуальный план преподавателя, графики учебного процесса, семестровые графики групп и рабочую программу дисциплины;

**рабочая программа учебной дисциплины (РПД):** документ, определяющий результаты обучения, критерии, способы и формы их оценки, а также содержание обучения и требования к условиям реализации учебной дисциплины;

**результаты обучения:** социально и профессионально значимые характеристики качества подготовки выпускников образовательных учреждений;

**умение:** это владение способами (приемами, действиями) применения усваиваемых знаний на практике;

**учебник:** учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины или ее части, раздела, соответствующие учебной программе и официально утвержденное в качестве данного вида издания. Основное средство обучения. Учебник может являться центральной частью учебного комплекса и содержит материал, подлежащий усвоению;

**учебное пособие:** учебное издание, официально утвержденное в качестве данного вида издания, частично или полностью заменяющее, или дополняющее учебник. Основные разновидности учебных пособий: учебные пособия по части курса (частично освещающие курс); лекции (курс лекций, конспект лекций); учебные пособия для лабораторно-практических занятий; учебные пособия по курсовому и дипломному проектированию и др.;

**учебный план:** документ, который определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение по периодам обучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, формы промежуточной аттестации обучающихся.

**Используемые сокращения:**

**ВО** — высшее образование;  
**ЗЕТ** — зачетная единица трудоемкости;  
**МКНП** — методическая комиссия выпускающей кафедры ВГТУ по направлению подготовки (специальности);  
**ОК** — общекультурные компетенции;  
**ОПК** — общепрофессиональные компетенции;  
**ПК** — профессиональные компетенции;  
**ПКВ** — профессиональные компетенции, устанавливаемые вузом;  
**РПД** — рабочая программа дисциплины;  
**УП** — учебный план;  
**ФГОС ВО** — Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования.

## **1.2 Используемые нормативные документы**

Нормативной базой ОП ВО являются:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования программ бакалавриата по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», утв. приказом Министерства образования и науки РФ № 1414 от 3 декабря 2015 г.;
- нормативные документы Министерства образования и науки Российской Федерации, на основании которых организуется образовательный процесс в университете;
- Устав ВГТУ;
- нормативные документы ВГТУ, на основании которых организуется образовательный процесс в университете.

### **1.3 Обоснование выбора направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» программы «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

В Центрально-Черноземном регионе сосредоточено большое количество предприятий радиоэлектронного комплекса, нуждающихся в непрерывном притоке молодых специалистов высокой квалификации. Например, только в г. Воронеже функционируют радиоэлектронные предприятия и объединения такие, как ОАО «НИИЭТ», ОАО «КТЦ-Электроника», Концерн «Созвездие», НПО «РИФ», ЗАО «ВЗПП-Микрон», ОАО «ВЗПП-Сборка» и другие. Таким образом, выбор направления подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия» программы «Инженерные нанотехнологии в приборостроении» обусловлен потребностями местной и региональной промышленности радиоэлектронного комплекса.

Кафедра ППЭНЭ ВГТУ имеет более чем пятидесятилетний опыт подготовки кадров для электронной промышленности. Все преподаватели имеют базовое образование, соответствующее профилю преподаваемых дисциплины, степени кандидатов (8) и докторов (6) наук, а также опыт работы на производстве.

Учебный процесс обеспечивается 10 лабораториями, в которых выполняются лабораторные работы и научные исследования по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия». В учебном процессе используются лаборатории и технологическое оборудование филиала кафедры ППЭНЭ на ЗАО «ВЗПП-Микрон», также на ОАО «ВЗПП-Сборка» и ОАО «НИИЭТ».

На кафедре развиваются восемь научных направлений: «Физика широкозонных и неупорядоченных полупроводников», «Оптические и акустические свойства полупроводни-

ков», «Проектирование программируемых логических интегральных схем», «Технология полупроводниковых приборов», «Физика надежности интегральных схем», «Автоматизация производственных процессов», «Конструирование оборудования полупроводникового производства», «Технология изготовления оборудования полупроводникового производства».

Студенты имеют возможность продолжить образование в аспирантуре по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Ежегодно успешно защищают кандидатские диссертации один—два аспиранта.

На кафедре ППЭНЭ выполняются научные исследования в рамках Государственных заданий, Грантов Российского Фонда фундаментальных исследований, хоздоговорных работ с промышленными предприятиями. В научной работе принимают участие преподаватели кафедры, аспиранты, магистранты и бакалавры. Тематика научных исследований кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники соответствует бакалаврской программе «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Совместно с ОАО «НИИЭТ» кафедрой ППЭНЭ создан Научно-образовательный центр (НОЦ) для решения проблем повышения качества обучения и проведения совместных научных исследований. На базе ОАО «НИИЭТ» создан и функционирует филиал кафедры, обеспечивающий практико-ориентированную подготовку студентов в связи с потребностями производства. С предприятиями ОАО «НИИЭТ», ОАО Концерн «Созвездие», «ВЗПП-Микрон», «ВЗПП-Сборка» имеются договоры о подготовке специалистов и проведению совместных исследований.

## **2 ЦЕЛИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В области воспитания общими целями ОП ВО является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, повышении их общей культуры, толерантности.

В области обучения общими целями ОП ВО являются:

- удовлетворение потребности общества и государства в фундаментально образованных и гармонически развитых специалистах, владеющих современными технологиями в области профессиональной деятельности;
- удовлетворение потребности личности в овладении социальными и профессиональными компетенциями, позволяющими ей быть востребованной на рынке труда и в обществе, способной к социальной и профессиональной мобильности.

Конкретизация общих целей осуществляется содержанием последующих разделов ОПОП и отражена в совокупности компетенций как результата освоения ОПОП.

## **3 ОБЛАСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В соответствии с ФГОС ВО область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает приборостроение, машиностроение, энергомашиностроение, специальное машиностроение и другие отрасли техники, в которых используются материалы, приборы (механизмы), системы, эксплуатационные характеристики которых определяются наноразмерными эффектами и принципами функционирования.

## **4 ОБЪЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- приборы, системы и их элементы, создаваемые на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для навигации, энергетики, медицины, научных исследований, диагностики технологических систем, экологического контроля природных ресурсов и других областей техники;

- детали, узлы и агрегаты машин и механизмов, создаваемых на базе и с использованием наноматериалов, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики для общего, энергетического, транспортного, специального машиностроения, а также других отраслей техники;

- технологическое и диагностическое оборудование для процессов нанотехнологий и контроля качества продукции нанотехнологий.

## 5 ВИДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» видами профессиональной деятельности бакалавров являются:

- научно-исследовательская и инновационная;
- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- монтажно-наладочная;
- сервисно-эксплуатационная.

Научно-исследовательская деятельность является доминирующим видом профессиональной деятельности бакалавра по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» профиля «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Это обусловлено потребностями промышленных предприятий в обеспечении производства микро- и наносистем, процессов конструирования и проектирования новых приборов и устройств микро- и наноэлектроники и внедрения инновационных направлений развития электронной техники.

Программа бакалавриата, ориентированная на научно-исследовательский вид деятельности как основной, относится к академическому бакалавриату.

## 6 ПРОФИЛЬ И ДОМИНИРУЮЩИЙ ВИД ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Содержание вариативной части ОП ВО (перечень дисциплин, программы дисциплин и практик) определяются профилем и доминирующим видом профессиональной деятельности.

Дисциплины вариативной части ОП ВО, определяющие профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»:

1. Физические основы наноинженерии;
2. Процессы получения наноматериалов и наносистем;
3. Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях;
4. Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях;
5. Микроэлектромеханические системы;
6. Технологии МЭМС;
7. Системы на кристалле;
8. Компьютерное моделирование, расчет и проектирование микро- и наносистем;
9. Наноинженерия в энергетике.
10. Наноэлектроника;
11. Физика низкоразмерных структур;

## 7 ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бакалавр направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» должен быть готов решать следующие задачи в соответствии с доминирующим видом профессиональной деятельности — **научно-исследовательская и инновационная деятельность**:

–участие под руководством и в составе коллектива в выполнении научных исследований в целях изыскания принципов и путей совершенствования объектов профессиональной

деятельности, выполнение экспериментов с использованием типовых методик, составление описаний проводимых исследований;

– участие в составе коллектива в разработке макетов изделий и их модулей, разработке программных средств, применении контрольно-измерительной аппаратуры для определения характеристик и параметров макетов;

– участие в составе коллектива исполнителей во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики;

– проведение информационного поиска по отдельным объектам исследований;

– подготовка данных для составления обзоров и отчетов.

## **8 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Результаты освоения ОП ВО определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т. е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Компетенции выпускника, формируемые в процессе освоения данной ОП ВО, определены на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки и дополнены вузовскими компетенциями в соответствии с целями основной образовательной программы, способствующими социальной мобильности, конкурентоспособности и устойчивости на отечественном и мировом рынках труда и позволяющими выполнять различные задачи, сформулированные работодателями.

### **8.1 Общекультурные компетенции (ОК), которыми должен обладать выпускник**

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

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

– способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах (ОК-3);

– способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);

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

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

– способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

– способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);

– готовность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

– способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОК-10).

### **8.2 Общепрофессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник**

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

– способность осознавать сущность и значение информации в развитии современного общества и работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОПК-2);

– владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

– способность работать с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4);

– владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5).

### **8.3 Профессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник**

В соответствии с **научно-исследовательским и инновационным видом деятельности**, на который ориентирована программа бакалавриата, выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

– способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1);

– готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-2);

– способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

– способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4).

### **8.4. Профессиональные компетенции, устанавливаемые вузом**

Выпускник, прошедший подготовку по профилю «Инженерные нанотехнологии в приборостроении» направления полготовки 28.03.02 «Наноинженерия», в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной профессиональной образовательной программы должен обладать следующими дополнительными профессиональными компетенциями:

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1)

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

## **9 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АБИТУРИЕНТУ**

Требования к абитуриенту предъявляются в соответствии с правилами приема в ВГТУ.

## **10 УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"  
 кафедра полупроводниковой электроники и нанозлектроники



## РАБОЧИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

подготовки бакалавров

План одобрен Ученым советом вуза  
 Протокол № 8 от 21.01.2017

28.03.02

Направление 28.03.02 Нанотехнология

Направленность "Инженерные нанотехнологии в приборостроении"

Кафедра: Полупроводниковой электроники и нанозлектроники  
 Факультет: радиотехники и электроники

Квалификация: бакалавр	2017
Программа подготовки: академ. бакалавриат	1414
Форма обучения: очная	03.12.2015
Срок обучения: 4е	
Виды деятельности - научно-исследовательская и инновационная	

СОГЛАСОВАНО

И.о. проректора по учебно-воспитательной работе

Начальник УОГр

Декан

Зав. кафедрой

Председатель методического совета

 / Проскурин Д.К.

 / Халыалина А.В.

 / Небольсин В.А.

 / Рембеза С.И.

 / Проскурин Д.К.







СВОДНЫЕ ДАННЫЕ Учебный план бакалавров '28.03.02\_ППЭНЗ\_НИ-171\_rlm.xml', код направления 28.03.02, год начала подготовки 2017

	Итого				ЗЕТ		Курс 1			Курс 2			Курс 3			Курс 4		
	Баз.%	Вар.%	ДВ(от Вар.)%	Мин.	Макс.	Факт	Всего	Сем 1	Сем 2	Всего	Сем 3	Сем 4	Всего	Сем 5	Сем 6	Всего	Сем 7	Сем 8
Итого				234	246	240	60	28.5	31.5	60	28	32	60	28.5	31.5	60	28	32
Итого по ООП (без факультативов)				234	246	240	60	28.5	31.5	60	28	32	60	28.5	31.5	60	28	32
Итого по блоку Б1	51%	49%	32.3%	216	219	216	57	28.5	28.5	55.5	28	27.5	55.5	28.5	27	48	28	20
Дисциплины (модули)	51%	49%	32.3%	216	219	216	57	28.5	28.5	55.5	28	27.5	55.5	28.5	27	48	28	20
Базовая часть				96	117	111	47	28.5	18.5	41	24	17	18	12	6	5	5	
Вариативная часть				102	120	105	10	10	10	14.5	4	10.5	37.5	16.5	21	43	23	20
Практики				12	18	18	3	3	3	4.5		4.5	4.5	4.5	6	6		
Базовая часть																		
Вариативная часть				12	18	18	3	3	3	4.5		4.5	4.5	4.5	6	6		
Государственная итоговая аттестация				6	9	6												
Базовая часть				6	9	6												
Вариативная часть																		
Факультативы																		
Доля ... занятий от аудиторных						45.76%												
						19.4%												
Учебная нагрузка (час/нед)								54	54		54	51		53	52.3		50	54
								54	54		54	54		54	54		54	36
								21	21		21	21		21	21		21	21
								21	21		21	21		21	21		21	21
								3	3		4	2		2	4			
							6	3	3	6	3	3	6	3	3	5	3	2
							7	3	4	6	2	4	6	2	4	5	3	2
							3	2	1	4	2	2	3	3		2	1	1
							1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
							1	1	1	3	2	1	3	2	1	2	1	1
Обязательные Формы контроля																		
ЭКЗАМЕНЫ (Экз)																		
ЗАЧЕТЫ (За)																		
ЗАЧЕТЫ С ОЦЕНКОЙ (ЗаО)																		
КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ (КП)																		
КУРСОВЫЕ РАБОТЫ (КР)																		
КОНТРОЛЬНЫЕ (К)																		
ОЦЕНКИ ПО РЕЙТИНГУ (Оц)																		
РЕФЕРАТЫ (Реф)																		
ЭССЕ (Эс)																		
РГР (РГР)																		

## 11 АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

### АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Б1.Б.1 «ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 8 зач. ед. (288 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является овладение разговорно-бытовой речью и языком специальности для активного применения иностранного языка как в повседневном, так и в профессиональном общении.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.1 «Иностранный язык» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом—четвертом семестрах. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися в школе при изучении «Иностранного языка». В свою очередь, «Иностранный язык», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения курсовых работ профессионального цикла дисциплин и выпускной квалификационной работы.

#### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
<b>I семестр</b>							
1	Базовая лексика изучаемого иностранного языка	1—9		9		27	36
2	Практика речи	10—18		9		27	36
<b>Итого часов:</b>				<b>18</b>		<b>54</b>	<b>72</b>
<b>II семестр</b>							
3	Грамматическая структура форм и конструкций, характерные для устного и письменного общения	1—9		6		27	36
4	Практика речи	10—18		6		27	36
<b>Итого часов:</b>				<b>18</b>		<b>54</b>	<b>72</b>
<b>III семестр</b>							
5	Чтение текстов на иностранном языке с передачей их содержания на родном или иностранном языке в устном и письменном виде	1—9		9		27	36
6	Перевод профессионально-ориентированных текстов	10—18		9		27	36
<b>Итого часов:</b>				<b>18</b>		<b>54</b>	<b>72</b>
<b>IV семестр</b>							
7	Особенности научно-технического перевода	1—9		9		27	36
8	Перевод профессионально-ориентированных текстов	10—18		9		27	36

<b>Итого часов:</b>		<b>18</b>		<b>54</b>	<b>72</b>
<b>Всего часов</b>		<b>72</b>		<b>216</b>	<b>288</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера (ОК-5);

**уметь:**

общаться на иностранном языке на бытовом уровне, понимать основные терминологии сферы своей профессиональной деятельности (ОК-5);

**владеть:**

иностранном языком в объеме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников (ОК-5).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.2 «ИСТОРИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основных периодах и тенденциях развития отечественной истории в контексте мировой с древнейших времен по настоящее время; анализ наиболее существенных связей и признаков исторических явлений и процессов, анализ глубинных процессов, определяющих ход общественного развития, его движущие силы и мотивацию.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.2 «История» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Истории».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Древняя Русь	1, 2	2	2		4	10
2	От Руси к России. Становление Российского централизованного государства	3, 4	2	2		4	16
3	Складывание абсолютизма. Российская империя в XVIII в.	5, 6	2	2		6	20
4	Россия в первой половине XIX в. и в пореформенную эпоху	7, 8	2	2		10	22
5	Россия в эпоху революций и гражданской	9, 10	2	2		16	22

	войны (к. XIX в.—1920)						
6	Советская страна в 20—30-е гг.	11, 12	2	2		16	16
7	Вторая Мировая война. Великая отечественная война. СССР в послевоенные годы	13, 14	2	2		16	20
8	СССР в середине 50-х —80-х гг. Перестройка	15, 16	2	2		18	16
9	Россия в современных условиях	17, 18	2	2		18	18
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные закономерности исторического процесса, этапы исторического развития России, место и роль России в истории человечества и в современном мире (ОК-2);

**уметь:**

обобщать факты, выявлять проблемы, причинно-следственные связи, закономерности и главные тенденции развития исторического процесса (ОК-2);

**владеть:**

навыками всесторонней и объективной оценки исторических событий и процессов (ОК-2).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б.3 «МАТЕМАТИКА»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 16 зач. ед. (576 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о математических законах и отвечающих им методах расчета, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных инженерных задач.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.3 «Математика» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом—четвертом семестрах. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися в школе при изучении «Математики». В свою очередь, «Математика», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин.

#### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
I семестр								
1	Матрицы, определители, системы линейных уравнений		4	6		10	20	

2	Векторная алгебра		2	2		6		10
3	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка		4	8		10		22
4	Линейная алгебра		4	10		16		30
5	Математический анализ		4	10		12		26
6	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>	<b>36</b>	<b>144</b>
II семестр								
7	Дифференциальное исчисление		10	14		24		48
9	Интегральное исчисление		10	12		26		48
10	Дифференциальные уравнения		12	6		14		32
11	Числовые и степенные ряды		4	4		8		16
12	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>
III семестр								
13	Общая теория рядов Фурье. Тригонометрические ряды Фурье и интеграл Фурье		4	8		12		24
14	Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы		4	8		12		24
15	Теория поля		2	4		6		12
16	Теория функций комплексной переменной		6	12		18		36
17	Операционное исчисление		2	4		6		12
18	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>	<b>36</b>	<b>144</b>
IV семестр								
19	Случайные события и основные теоремы теории вероятностей		4	4				12
20	Случайная величина и законы ее распределения. Системы случайных величин		6	6				18
21	Предельные теоремы теории вероятностей		2	2				6
22	Случайные процессы		2	2				6
22	Элементы дискретной математики		4	4				12
23	Лабораторные работы					18		18
24	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>108</b>
<b>Всего часов</b>			<b>90</b>	<b>126</b>	<b>18</b>	<b>198</b>	<b>144</b>	<b>576</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной, теории вероятностей и математической статистики (ОПК-1);

**уметь:**

применять математические методы при решении типовых профессиональных задач (ОПК-1);

**владеть:**

методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации получаемых результатов (ОПК-1).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.4 «ФИЗИКА»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 13 зач. ед. (468 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся целостного представления о современной физической картине мира, знаний о фундаментальных физических законах, теориях, методах классической и современной физики; формирование научного мировоззрения и навыков владения основными приемами и методами решения прикладных проблем.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.4 «Физика» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом—третьем семестрах. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися в школе при изучении «Физики», а также при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика». В свою очередь, «Физика», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов
<b>I семестр</b>								
1	Физические основы механики	1—10	10	10	20	28		68
2	Физика колебаний и волн	11—18	8	8	16	26		58
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>		<b>126</b>
<b>II семестр</b>								
4	Молекулярная физика и термодинамика	1—6	6	12	12	12		42
5	Электричество и магнетизм	7—18	12	24	24	24		84
6	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>162</b>
<b>III семестр</b>								
7	Оптика	1—4	8	8	16	20		52
8	Квантовая физика	5—11	14	4	12	20		50
9	Атомная и ядерная физика	12—16	10	4	8	10		32
10	Современная физическая картина мира	17, 18	4	2		4		10
11	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>468</b>
--------------------	-----------	-----------	------------	------------	-----------	------------

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

законы Ньютона и законы сохранения, принципы специальной теории относительности Эйнштейна, элементы общей теории относительности, элементы механики жидкостей, законы термодинамики, статистические распределения, процессы переноса в газах, уравнения состояния реального газа, элементы физики жидкого и твердого состояния вещества, физику поверхностных явлений, законы электростатики, природу магнитного поля и поведение веществ в магнитном поле, законы электромагнитной индукции, уравнения Максвелла, волновые процессы, геометрическую и волновую оптику, взаимодействие излучения с веществом, соотношение Гейзенберга, уравнение Шредингера и его решения для простейших систем, строение многоэлектронных атомов, строение ядра, классификацию элементарных частиц (ОПК-1);

**уметь:**

решать типовые задачи по основным разделам курса, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности (ОПК-1);

**владеть:**

методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента (ОПК-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.5 «ХИМИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о химических системах и фундаментальных законов химии с позиций современной науки, навыков экспериментальных исследований для изучения свойств веществ и их реакционной способности.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.5 «Химия» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Химии». В свою очередь, «Химия», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.15 «Экология», Б1.Б.16 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.17 «Физико-химические основы нанотехнологии», Б1.В.ОД.1 «Физическая химия», Б1.В.ОД.11 «Плазменные технологии в производстве изделий микро- и наноэлектроники», Б1.В.ОД.17 «Наноинженерия в энергетике», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ».

### **3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева	1, 2	4			4		8
2	Химическая связь	3—5	6	2		4		12
3	Основы химической термодинамики	6, 7	4	4	4	10		22
4	Основы химической кинетики и химическое равновесие. Фазовое равновесие и основы физико-химического анализа	8, 9	4	4	4	12		24
5	Растворы. Общие представления о дисперсных системах	10—12	6	2	4	8		20
6	Окислительно-восстановительные и электрохимические процессы. Коррозия и защита металлов	13, 14	4	2	6	12		24
7	Общая характеристика химических элементов и их соединений. Химическая идентификация	15, 16	4	2		8		14
8	Органические соединения. Полимерные материалы	17, 18	4	2		14		20
9	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

периодический закон и его использование в предсказании свойств элементов и соединений, химические свойства элементов ряда групп периодической системы (в зависимости от направления подготовки), виды химической связи в различных типах соединений, методы описания химических равновесий в растворах электролитов, строение и свойства комплексных соединений, методы математического описания кинетики химических реакций, свойства важнейших классов органических соединений, особенности строения и свойства распространенных классов высокомолекулярных соединений, основные процессы, протекающие в электрохимических системах, процессы коррозии и методы борьбы с коррозией, особые свойства и закономерности поведения дисперсных систем, правила безопасной работы в химических лабораториях (ОПК-1);

**уметь:**

проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять изменение концентраций при протекании химических реакций, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, проводить очистку веществ в лабораторных условиях, определять основные физические характеристики органических веществ (ОПК-1);

**владеть:**

навыками выполнения основных химических лабораторных операций, методами определения рН растворов и определения концентраций в растворах, методами синтеза неорганических и простейших органических соединений (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.6 «ВВЕДЕНИЕ В НАНОИНЖЕНЕРИЮ»**  
 направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является ознакомление обучающихся в простой и доступной форме с общими принципами организации учебного процесса в университете, основными положениями и определениями наноинженерии, ролью конструктора и технолога в создании современных микросистем.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.6 «Введение в наноинженерию» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Физика». В свою очередь, «Введение в наноинженерию», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Организация учебной работы в ВУЗе	1	2				2
2	Основы наноинженерии	2—5	8			16	24
3	Материаловедение микро- и наносистем	6—8	6			12	18
4	Компонентная база микро- и наносистем	9—12	8			16	24
5	Общие понятия об автоматизированном проектировании микро- и наносистем	13, 14	4			12	16
6	Основы нанотехнологий	15—18	8			16	24
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>			<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОК-10).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

историю формирования и развития нанотехнологии и инженерной нанотехнологии, основные термины и определения, вклад российских учёных в достижения наноинженерии, примеры эффективного использования наноструктурированных материалов (ОК-7);

**уметь:**

демонстрировать сведения о наноструктурах и наноструктурированных материалах, применяемых в различных областях науки и техники и отраслях промышленности, осу-

ществлять поиск информации о современных материалах, технологических процессах и оборудовании, способных решать задачи нанотехнологии (ОК-7);

**владеть:**

навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки (ОК-10).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.7 «ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»  
направления подготовки 28.03.02 «Нанотехнологии»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний и практических навыков составления конструкторской документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, в том числе с использованием компьютерных информационных технологий.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.7 «Инженерная и компьютерная графика» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Нанотехнологии», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися в школе при изучении «Информатики». В свою очередь, «Инженерная и компьютерная графика», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения курсовых работ профессионального цикла дисциплин.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Основы начертательной геометрии	1—6	6	16		24		46
2	Конструкторская документация, изображения и обозначения элементов деталей	7—10	4	4		18		26
3	Твердотельное моделирование деталей и сборочных единиц	11—14	4	12		24		40
4	Рабочие чертежи деталей, сборочный чертеж и спецификация изделия	15—18	4	4		24		32
5	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>36</b>		<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения переработки информации (ОПК-3);

4). способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

теоретические основы построения изображений пространственных форм на плоскости; правила построения изображений способом прямоугольного проецирования; требования

ЕСКД и международного стандарта ИСО по выполнению и оформлению конструкторской документации; общие правила выполнения чертежей (ОПК-3);

**уметь:**

создавать изображения пространственных фигур на плоскости и решать геометрические задачи на плоских изображениях; выполнять и читать чертежи деталей и сборочных единиц с использованием правил начертательной геометрии и стандартов ЕСКД (ПК-4);

**владеть:**

навыками построения трёхмерных объектов методом проекций; навыками выполнения чертежей (эскизов) стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений, сборочных единиц, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования (ОПК-3).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.8 «ИНФОРМАТИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 зач. ед. (218 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение целостного представления об информатике и ее роли в развитии общества, раскрытия сути и возможности технических и программных средств.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.8 «Информатика» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом и втором семестрах. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися в школе при изучении «Информатики». В свою очередь, «Информатика», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.В.ОД.3 «Основы научных исследований и техника эксперимента», Б1.В.ДВ.9.1 «Автоматизация измерений и контроля».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов
<b>I семестр</b>								
1	Место и роль информатики в структуре подготовки инженера	1	2		—	—		2
2	Архитектура и структура компьютера	2—5	4		4	4		12
3	Системное и прикладное программное обеспечение	6—9	4		4	8		16
4	Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы, обеспечение сетевой безопасности	10—13	4		4	10		18
5	Изучение принципов проектирование баз данных. Работа в реляционных СУБД	14—18	4		6	14		24
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>72</b>
<b>II семестр</b>								

6	Алгоритмизация и программирование в среде Turbo Pascal	1—7	14		16	16		46
7	Основы разработки приложений в среде программирования Delphi	8—18	22		20	20		62
8	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>144</b>
<b>Всего часов</b>			<b>54</b>		<b>54</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>218</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность осознать сущность и значение информации в развитии современного общества и работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОПК-2);  
 владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);  
 способность работать с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4);  
 способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

сути и возможности технических и программных средств (ОПК-2, ОПК-4);

**уметь:**

применять современные средства разработки и отладки программ на одном из языков программирования (ОПК-3, ОПК-4);

**владеть:**

применением программных средств общего назначения для работы с текстами, графикой и навыками поиска, хранения, защиты и обмена информацией в компьютерных сетях (ОПК-3, ОПК-4, ПК-3).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.Б.9 «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о метрологическом обеспечении измерения различных физических величин, общих вопросах стандартизации, навыков расчета погрешностей результатов измерений.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.9 «Метрология, стандартизация и технические измерения» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается во втором семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Физика». В свою очередь, «Метрология, стандартизация и технические измерения», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения измерительных экспериментов при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин.

#### **3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семест-	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах
-------	---------------------------------	----------------	---

		ра	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основы метрологии	1—6	6		8	16	30
2	Основы стандартизации	7—12	6			12	18
3	Технические измерения	13—18	6		10	44	60
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1);

готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации (ПК-1);

**уметь:**

анализировать физическое содержание процесса измерений с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения (ПК-1, ПК-2);

**владеть:**

навыками проведения и оценки погрешности измерений (ПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.10 «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение знаний об аналитических методах расчета и анализа схем замещения электрических цепей с источниками постоянного, переменного и импульсного тока и напряжения в установившихся и переходных режимах, о представлении электрических устройств в виде четырехполюсников.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.10 «Электротехника» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в третьем семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Физика». В свою очередь, «Электротехника», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.16 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника», Б1.В.ДВ.3.2 «Наноинженерия в энергетике».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	

1	Основные понятия и законы электрических цепей	1, 2	6		4	8		18
2	Анализ цепей при постоянных воздействиях	3, 4	6		4	16		26
3	Анализ цепей при гармонических воздействиях	5—7	8		8	18		34
4	Анализ цепей при воздействии сигналов произвольной формы	7—10	8		4	10		22
5	Переходные процессы в линейных электрических цепях	10—13	10		4	12		26
6	Основы теории четырехполюсников, фильтров и активных цепей	13—16	8		8	16		32
7	Нелинейные электрические цепи при постоянных и переменных токах и напряжениях	16—18	8		4	10		22
8	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>54</b>		<b>36</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>216</b>

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

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

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

основные понятия и законы электротехники; важнейшие свойства и характеристики электрических цепей; методы расчета цепей во временной и частотной областях (ОПК-1);

**уметь:**

использовать законы теории электрических цепей при решении конкретных технических задач (ОПК-1, ПК-1);

**владеть:**

владеть приемами идеализации изучаемых явлений и процессов, неизбежной при расчете и анализе сложных систем передачи и обработки информации, измерения, контроля и автоматического управления (ОПК-1, ПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.11 «ФИЛОСОФИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся представления о философии как теоретической форме мировоззрения и на этой основе корректировку ими собственного мировоззрения, формирование способности разумного мышления.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.11 «Философия» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в третьем семестре.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Философия как разновидность мировоззрения	1, 2	2	2		8	12
2	История философии	3—10	8	8		32	48
3	Теоретическая философия	11—18	8	8		32	48
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные разделы и направления философии, методы и приемы философского анализа проблем (ОК-1);

**уметь:**

уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-1);

**владеть:**

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

навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики различного рода рассуждений (ОК-1);

навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения (ОК-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.12 «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА МИКРОСИСТЕМ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основах проектирования и основных методах расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность элементов механических конструкций.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.12 «Техническая механика микросистем» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в третьем семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика»,

Б1.Б.4 «Физика». В свою очередь, «Техническая механика микросистем», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии», Б1.В.ОД.12 «Микроэлектромеханические системы».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Напряженно-деформированное состояние несущих элементов микромеханических устройств	1—4	4	4	4	18	30
2	Упругие подвесы и мембраны	5—8	4	4	4	18	30
3	Пластичность и прочность полупроводниковых материалов и структур	9—12	4	2	4	18	28
4	Расчеты на устойчивость упругих систем	13—16	4	4	6	18	32
5	Расчеты на прочность и жесткость при динамических нагрузках	17, 18	2	4		18	24
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

основные уравнения и методы решения задач теоретической механики и сопротивления материалов, основные уравнения механики жидкости и газа; основы проектирования и основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность приборов (машин) и конструкций, трение и износ узлов машин; основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости (ОПК-1);

##### **уметь:**

осуществлять переход от реальных конструкций к расчетным схемам и соответствующим им математическим моделям для анализа и синтеза подвижных и неподвижных элементов конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости и долговечности (ОПК-1);

##### **владеть:**

методами расчета деформированного состояния механических конструкций при решении практических задач (ОПК-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.13 «НАНОМЕТРОЛОГИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основных методах и средствах проведения измерений наноразмерных структур, освоение базовых методик проведения научного эксперимента средствами наномасштабных измерений.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.13 «Нанометрология» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.6 «Введение в наноинженерию», Б1.Б.12 «Метрология, стандартизация и технические измерения». В свою очередь, «Нанометрология», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.Б.19 «Методы исследования наноматериалов и наносистем».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Задачи и особенности наномасштабных измерений	1, 2	2			6	8
2	Микроскопия	3—6	4		4	18	26
3	Дифракционный анализ	7—10	4		4	18	26
4	Спектральные методы	11—14	4		4	18	26
5	Характеризация единичных низкоразмерных объектов	15—18	4		6	12	22
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

функциональный состав и принцип работы устройств для проведения наномасштабных измерений (ПК-1);

##### **уметь:**

разрабатывать методику проведения наномасштабных измерений, удовлетворяющую функциональным требованиям и областям применения; проводить измерения нанообъектов и наносистем изучаемыми методами (ПК-1);

##### **владеть:**

навыками применения различных методов наномасштабных измерений на широком классе приборных средств и последующей обработки их результатов (ПК-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Б1.Б.14 «ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о принципах работы полупроводниковых приборов, используемых в качестве элементной базы ИС.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.14 «Электроника» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.Б.9 «Метрология, стандартизация и технические измерения». В свою очередь, «Полупроводниковая электроника», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника», Б1.В.ДВ.6.1 «Наноэлектроника», Б1.В.ДВ.9.1 «Оптоэлектронные приборы и устройства»/Б1.В.ДВ.9.2 «Оптоэлектроника и нанофотоника».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Электронно-дырочный переход. Энергетические диаграммы. ВАХ идеального и реального перехода	1, 2	4		—	8		12
2	Контакт металл—полупроводник. Зонные диаграммы для выпрямляющего и невыпрямляющего контактов	3, 4	4		—	4		8
3	Структура и классификация диодов. Характеристики и параметры диодов	5—7	6		4	14		24
4	Биполярные транзисторы, классификация, принцип работы. Характеристики, эквивалентные схемы и частотные свойства	8—13	12		8	32		52
5	Полевые транзисторы, классификация, принцип работы. Характеристики, эквивалентные схемы и частотные свойства	14—18	10		6	32		48
7	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>18</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

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

способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4);

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и наноэлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

электрические свойства контактов металл—полупроводник, металл—диэлектрик—полупроводник,  $p$ — $n$ -переход, гетеропереходы, параметры и характеристики полупроводниковых приборов (ОПК-1);

##### **уметь:**

объяснить принцип работы основных полупроводниковых приборов: диодов Шоттки, диодов на основе  $p$ — $n$ -переходов, биполярных и полевых транзисторов (ОПК-1);

**владеть:**  
навыками оценки параметров приборов и моделирования входных, выходных и передаточных характеристик (ПК-4, ПКВ-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.15 «ЭКОЛОГИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся экологического мировоззрения и воспитания способности оценки своей профессиональной деятельности с точки зрения охраны биосферы.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.15 «Экология» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Биологии», а также при изучении дисциплины Б1.Б.5 «Химия». В свою очередь, «Экология», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.16 «Безопасность жизнедеятельности».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Общая экология	1—4	4	8		30	42
2	Прикладная и инженерная экология	5, 6	14	10		42	66
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>108</b>

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

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5);

готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-2).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

факторы, определяющие устойчивость биосферы, характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу, принципы рационального природопользования, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды, способы достижения устойчивого развития (ОПК-5);

##### **уметь:**

грамотно использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией (ПК-2);

##### **владеть:**

методами экономической оценки ущерба от деятельности предприятия, методами выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду (ПК-2).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.16 «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищенности человека, что гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных ситуациях.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.16 «Безопасность жизнедеятельности» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия», Б1.Б.10 «Электротехника».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Теоретические основы БЖД	1—4	4			6	10
2	Опасности производственной среды и их воздействие на человека	5—16	12		18	58	88
3	Правовое регулирование безопасности жизнедеятельности	17, 18	2			8	10
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

готовность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

теоретические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности; действующую систему нормативно-правовых актов в области безопасности жизнедеятельности (ОК-9);

**уметь:**

идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-5);

**владеть:**

приемами оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.17 «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ»**  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных процессов в микро- и нанотехнологии.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.17 «Физико-химические основы нанотехнологии» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.5 «Химия», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ОД.2 «Физическая химия материалов и процессов электронной техники», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ». В свою очередь, «Физико-химические основы нанотехнологии», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.20 «Технологические системы в нанотехнологии», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Термодинамические основы образования наноструктур и их устойчивость. Поверхностные фазы	1, 2	4			10	14
2	Синергетика конденсированных сред. Процессы самоорганизации (самосборка наносистем)	3—5	6		4	16	26
3	Процессы получения материалов кристаллизацией из парогазовой фазы при водородном восстановлении и термической диссоциации	6—8	6		4	16	26
4	Процессы получения материалов кристаллизацией из парогазовой фазы с использованием химических транспортных реакций	9—11	6		4	16	26
5	Золь-гель технология. Темплатный синтез	12, 13	4		6	16	26
6	Методы нанотехнологии, основанные на использовании сканирующих зондов	14—16	6			8	14
7	Нанолитография	17, 18	4			8	12
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>18</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментально-

го исследования (ОПК-1);

способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные физико-химические процессы, лежащие в основе различных методов нанотехнологии: взаимодействие потока расплава с потоком газа и жидкости, приводящее к генерации наночастиц; взаимодействие потока парогазовой фазы с поверхностью подложки; адсорбция и десорбция кластеров и молекул; процессы под иглой сканирующего туннельного микроскопа и атомного силового микроскопа; взаимодействие активных частиц плазмы с поверхностью подложки; виды нанолитографии (ОК-7, ОПК-1);

**уметь:**

выбирать оптимальные технологические процессы производства наноматериалов и наносистем (ОК-7, ОПК-1, ПК-3);

**владеть:**

навыками получения наноматериалов и наносистем и работы на оборудовании, используемом в производстве наноматериалов и наносистем (ПКВ-2).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.18 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСИСТЕМ»**  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний в области наноматериалов — веществ и (или) композиций веществ, представляющих собой искусственно или естественно упорядоченную или неупорядоченную систему базовых элементов с нанометрическими характеристическими размерами и особым проявлением физического и (или) химического взаимодействий при кооперации наноразмерных элементов, обеспечивающего возникновение у материалов и систем совокупности ранее отсутствовавших механических, химических, электрофизических, оптических, теплофизических и других свойств, определяемых проявлением наномасштабных факторов.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.6 «Введение в наноинженерию». В свою очередь, «Материаловедение наноматериалов и наносистем», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.19 «Методы исследования наноматериалов и наносистем», Б1.В.ДВ.3.2 «Наноинженерия в энергетике».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семест-	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах
-------	---------------------------------	----------------	---

		ра	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Классификация материалов по техническому назначению, составу и свойствам. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов	1, 2	4		4	12	20
2	Виды наноматериалов: золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены, фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки, полимеры, сверхрешетки, самоорганизующиеся среды	3—6	8		4	16	28
3	Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов	7—9	6		12	16	34
4	Свойства наноматериалов: механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, оптические	10—13	8		8	18	34
5	Применение наноматериалов	14—18	10		8	10	28
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);  
 способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

свойства и области применения нанодисперсных порошковых, фуллереновых, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов, наноразмерных элементов и объектов, наносистем (гетероструктур); термодинамические основы образования наноструктур; термодинамику поверхностных явлений и дисперсных систем (ОК-7, ПК-3);

**уметь:**

анализировать и систематизировать передовые данные о развитии технологии наноматериалов; видеть тенденции применения различных наносистем и наноструктур в нанотехнологии (ОПК-1);

**владеть:**

методами формирования некоторых видов наноматериалов; проводить фазовый анализ наноразмерных систем (ОПК-1);

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
 Б1.Б.19 «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСИСТЕМ»  
 направления подготовки 28.03.02 «Нанотехнологии и наноматериалы»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является освоение обучающимися наиболее распространенных методов контроля параметров материалов и структур, используемых в нанотехнологии

рии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.19 «Методы исследования наноматериалов и наносистем» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.13 «Нанометрология», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ОД.3 «Основы научных исследований и техника эксперимента», Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии». В свою очередь, «Методы исследования наноматериалов и наносистем», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Методы анализа состава, структуры и электрофизических параметров наноматериалов и наносистем	1—6	12		12	12	36
2	Сканирующая зондовая микроскопия	7—12	12		12	12	36
3	Эллипсометрия, оже-электронная спектроскопия, инфракрасная фурье-спектроскопия	13—18	12		12	12	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

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

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

способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

оптические и зондовые методы исследования поверхности твердого тела и наноструктурных материалов с нанометровым разрешением; основы методов оптической интерферометрии и эллипсометрии, электронной микроскопии, рентгеновского микроанализа; для исследования профиля поверхности, кристаллографических характеристик и элементного состава твердых тел (ОПК-1);

### **уметь:**

анализировать возможности применения локальных с нанометровым разрешением и интегральных методов исследования свойств нанообъектов; обрабатывать результаты экспериментальных исследований (ПК-3);

### **владеть:**

комплексным системным подходом к анализу возможностей методов исследования наноматериалов и наносистем (ПК-3).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.20 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В НАНОТЕХНОЛОГИИ» направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»**

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о технологических особенностях и технической реализации методов получения наноматериалов и наноструктур.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.20 «Технологические системы в нанотехнологии» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.17 «Физико-химические основы нанотехнологии», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ». В свою очередь, «Технологические системы в нанотехнологии», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Технологические особенности и техническая реализация методов получения тонкопленочных слоев полупроводников, диэлектриков, металлов	1—6	6		8	28	42
2	Технологические особенности и техническая реализация методов получения наноструктурированных материалов	7—14	8		10	26	44
3	Технологические особенности и техническая реализация методов нанолитографии	15—18	4			18	22
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и наноэлектроники (ПКВ-2).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

устройство и принципы работы типового технологического оборудования для получения наноструктурированных функциональных слоев; технологическое оборудования для получения наноразмерных гетероструктур; основные технологические процессы микро- и наноэлектроники; современные проблемы микро- и нанотехнологий (ПКВ-2);

##### **уметь:**

анализировать особенности нанопродуктов и нанотехнологий; составлять схемы технологического оборудования для нанотехнологических процессов; анализировать особенности изготовления наноструктур и наноконструкций в составе изделий микросистемной техники и разрабатывать схемы технологического оборудования для нанотехнологических процессов (ОК-7);

**владеть:**

навыками выполнения оценки возможностей использования технологического оборудования в том или ином технологическом процессе (ПКВ-2).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.21 «ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА; ИННОВАТИКА»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся научного экономического мировоззрения и обучение практическим навыкам анализа экономической ситуации и поведения хозяйственных субъектов в условиях рыночной экономики.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.Б.21 «Экономика и организация производства» входит в базовую часть дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Производственные ресурсы предприятия	1—4	8	4		18		30
2	Издержки производства и ценообразование	5—7	6	4		20		30
3	Современная организация производственных процессов	8—12	10	4		28		42
4	Управление инновационным бизнесом и инновационными проектами	13—18	12	6		24		42
5	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>	<b>18</b>		<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах (ОК-3).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

сущность, особенности и функции управления производством в рыночной экономике; различные виды организационно-правовых форм предприятий и процесс создания фирмы; сущность инноваций и инновационных процессов в наукоемком бизнесе; особенности организации и управления производством; различные виды производственных процессов (ОК-3);

основы экономики производства и особенности экономической деятельности предприятий (организаций), основы трудового законодательства; состав, порядок формирования и методы оценки эффективности использования ресурсов; современные методы оценки экономической эффективности инвестиционных и инновационных проектов; показатели и методы оценки эффективности (рентабельности) деятельности предприятий (организаций); основы менеджмента на предприятии; современные методы управления персоналом; сущность ин-

новаций и инновационных процессов, планирование инвестиционных проектов; методы организации и планирования производственных процессов; этапы организации комплексной подготовки производства на предприятии; (ОК-3);

**уметь:**

определять потребности в производственных ресурсах, производить расчеты экономических показателей (ОК-3);

**владеть:**

методами технико-экономической оценки инженерных решений, принимаемых в процессе разработки конструкций и технологических процессов (ОК-3).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б.22 «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 2 зач. ед. (400 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является овладение обучающимся средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и самовоспитания для повышения адаптационных резервов организма, укрепления здоровья, коррекции физического развития и телосложения.

Дисциплина Б1.Б.22 «Физическая культура» входит в базовую часть дисциплин в объеме 2 зач. ед. (72 час.) и в качестве элективной дисциплины в объеме 328 час. ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в первом—шестом семестрах.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Кроссовая подготовка		108			108
2	Силовая подготовка		108		2	110
3	Спортивные игры: волейбол		64			64
4	Спортивные игры: баскетбол		48			48
5	Спортивные игры: футбол		44			44
6	Лыжная подготовка		26			26
<b>Итого часов:</b>			<b>398</b>		<b>2</b>	<b>400</b>

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

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

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

научно-биологические и практические основы физической культуры и здорового образа жизни (ОК-8);

**уметь:**

выполнять предусмотренные нормативами физические упражнения (ОК-8);

**владеть:**

методами и приемами выполнения физических упражнений; иметь установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом (ОК-8).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.1 «РУССКИЙ ЯЗЫК И КУЛЬТУРА РЕЧИ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является овладение обучающимися культурой речи как важнейшим средством общения, усвоение теоретических знаний по данному предмету, а также выработка навыков нормативного словоупотребления и грамматически правильного построения фраз.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.1 «Русский язык и культура речи» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается во втором семестре. В процессе ее изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Русского языка». В свою очередь, «Русский язык и культура речи», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения курсовых работ профессионального цикла дисциплин и выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Функциональное назначение и устройство русского языка	2		2		10	12
2	Формы существования русского национального языка	4		2		10	12
3	Культура речи. Лексическое богатство русского языка	6		2		10	12
4	Русский литературный язык и его особенности	8		2		10	12
5	Орфоэпические нормы современного русского литературного языка	10		2		10	12
6	Морфологические нормы современного русского литературного языка	12		2		10	12
7	Лексические нормы современного русского литературного языка	14		2		10	12
8	Синтаксические нормы современного русского литературного языка	16		2		10	12
9	Стилистические нормы современного русского литературного языка	18		2		10	12
<b>Итого часов:</b>				<b>18</b>		<b>90</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

нормы современного русского литературного языка; правила построения высказываний и их объединения в тексте; специфику коммуникаций в разных стилях современного русского литературного языка (ОК-5);

**уметь:**

правильно употреблять терминологическую лексику в профессиональной речи; различать функциональные стили русского языка; проводить стилистический анализ текстов различных стилей; подготовить речь на заданную тему; распознавать отступления от норм русского литературного языка (ОК-5);

**владеть:**

нормами литературного языка; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения; навыками работы по реферированию текстов по специальности, написанию тезисов, конспектов и аннотаций (ОК-5).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.2 «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основных принципах термодинамики и их применении к описанию физических и химических процессов, физико-химических закономерностях протекания равновесных термодинамических процессов, химическом и фазовом равновесии.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.2 «Физическая химия материалов и процессов электронной техники» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается во втором семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия». В свою очередь, «Физическая химия материалов и процессов электронной техники», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.Б.17 «Физико-химические основы нанотехнологии», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.В.ОД.6 «Физика конденсированного состояния».

### **3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основные принципы термодинамики	1—4	4			12	16

2	Физико-химические закономерности протекания равновесных термодинамических процессов	5, 6	2		4	10	16
3	Основы учения о химических потенциалах	7, 8	2			8	10
4	Химическое равновесие	9, 10	2		4	8	14
5	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	11—14	4		4	12	20
6	Основы теории поверхностных явлений	15, 16	2			10	12
7	Электрохимия	17, 18	2		6	12	20
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

физико-химические закономерности протекания равновесных термодинамических процессов; термодинамические принципы описания фаз; термодинамические основы теории растворов и фазовых равновесий; основы учения о химических потенциалах (ОПК-1);

**уметь:**

применять принципы термодинамики к описанию термодинамических процессов; анализировать диаграммы состояния термодинамических систем; рассчитывать технологические параметры получения кристаллических фаз с необходимыми концентрацией и типом точечных дефектов; проводить фазовый анализ наноразмерных систем (ОПК-1);

**владеть:**

методами термодинамического анализа химических и фазовых равновесий и выбора оптимальных условий проведения технологических процессов получения материалов (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ОД.3 «ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ТЕХНИКА  
ЭКСПЕРИМЕНТА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о методах построения математической модели объекта (системы, процесса, явления) по результатам его экспериментального исследования.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.3 «Основы научных исследований и техника эксперимента» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается во втором семестре. В процессе ее изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплина Б1.Б.4 «Математика». В свою очередь, «Основы научных исследований и техника эксперимента», как предшествую-

щая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения измерительных экспериментов при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин, а также выполнения научно-исследовательской и выпускной квалификационной работ.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Системный подход как методологический принцип исследования	1—4	4		12	8	16
2	Стохастические системы и их особенности. Принципы построения и интерпретации математических моделей стохастических систем	5—8	4		12		16
2	Основные идеи и методы статистического планирования эксперимента	9—12	4		8	36	48
3	Планы построения квадратичных моделей	13—16	4		4	24	32
4	Регрессионный анализ при планировании эксперимента	17, 18	2		6	24	32
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

принципы системного подхода в моделировании сложных объектов (технических систем, технологических процессов), основные схемы моделирования, принципы построения и интерпретации математических моделей (ОК-7, ОПК-1);

**уметь:**

использовать различные виды математических моделей для моделирования технологических процессов и технических систем, методы обработки и анализа результатов моделирования (ОК-7, ОПК-1);

**владеть:**

навыками составления планов экспериментов, методами регрессионного анализа (ОК-7, ОПК-1).

### АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Б1.В.ОД.4 «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основах математического аппарата изучения физических полей — одного из центральных объектов современной физики и техники, находящего широкое применение при изучении математических моделей физических процессов в научных и прикладных задачах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.4 «Методы математической физики» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Математика». В свою очередь, «Методы математической физики», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Введение в физико-математическое моделирование	1, 2	2	2		4		8
2	Дифференциальные и интегральные операции математической физики	2—4	4	2		6		12
3	Основные физико-математические модели	4—8	4	4		10		18
4	Постановка краевых задач математической физики	9, 10	4	4		10		18
5	Аналитические методы решения краевых задач	11—15	8	8		14		30
6	Приближённые и численные методы решения краевых задач	16, 17	8	8		14		30
7	Системы компьютерной математики и конечно-элементного анализа	18	6	8		14		28
8	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

#### знать:

основные представления об уравнениях с частными производными, законы сохранения как основу модельного описания физического процесса (ОПК-1);

#### уметь:

моделировать реальные (в первую очередь физические) процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных (ОПК-1);

#### владеть:

методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач (ОПК-1).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.5 «МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о строения материалов и физики явлений, происходящих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах, их электрических и магнитных свойствах, а также о технологии производства важнейших материалов.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом и пятом семестрах. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.5 «Физика», Б1.В.ОД.1 «Физическая химия материалов и процессов электронной техники». В свою очередь, «Материалы электронной техники», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплин Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника», Б1.В.ОД.6 «Физика конденсированного состояния», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов	
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.		
<b>I семестр</b>									
1	Основные сведения о материалах электронной техники	1—4	4		4	18		26	
2	Физические процессы в проводниках и их свойства	5—10	6		8	18		32	
3	Физические процессы в полупроводниках и их свойства	11—18	8		6	18		32	
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>54</b>		<b>90</b>	
<b>II семестр</b>									
4	Физические процессы в полупроводниках и их свойства	1—8	8		8	10		26	
5	Физические процессы в диэлектриках и их свойства	9—14	6		4	4		14	
6	Физические процессы в магнитных материалах и их свойства	15—18	4		6	4		14	
7	Подготовка к экзамену							36	36
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	
<b>Всего часов</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>	

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

классификацию твердых тел с точки зрения зонной теории; свойства и области применения материалов электронной техники (ОПК-1);

**уметь:**

выбирать материалы для использования в изделиях электронной техники с учетом их характеристик (ОПК-1);

**владеть:**

методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов электронной техники (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ОД.6 «ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о строении материалов электронной техники и физических закономерностях, определяющих свойства и поведение материалов во взаимосвязи с конкретными применениями в приборах и устройствах микро- и нанoeлектроники.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Физика конденсированного состояния» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.В.ОД.2 «Физическая химия материалов и процессов электронной техники», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники». В свою очередь, «Физика конденсированного состояния», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплин Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Межатомные связи и структура кристаллических решеток	1—5	10	4	4	12		30
2	Механические свойства твердых тел	6, 7	4	2	4	12		22
3	Тепловые свойства твердых тел	8—11	8	4	4	12		28
4	Физические свойства диэлектриков	12	2	2		8		12
5	Магнитные свойства твердых тел	13	2	2		8		12
6	Оптические свойства твердых тел	14—16	6	2	6	12		26
7	Кинетические свойства твердых тел	17, 18	4	2		8		14
8	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

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

способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

способностью осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные типы конденсированных сред, симметричную классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов, элементы теории упругости (ОПК-1);

методы описания динамики решетки, включая квантово-механический на языке фононов, основные типы колебаний решетки и их физические проявления; методы описания и механизмы взаимодействия электрического и электромагнитного поля с решеткой; физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков; основные характеристики и свойства неупорядоченных и аморфных твердых тел и жидких кристаллов (ОПК-1);

основные экспериментальные методы изучения структуры, механических, тепловых, электрических, магнитных, оптических и кинетических свойств твердых тел (ОПК-1, ПК-3);

**уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа; выполнять расчет колебаний атомной цепочки; производить расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа; рассчитывать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа (ОПК-1, ПК-3);

**владеть:**

навыками экспериментального исследования структуры, механических, тепловых, электрических, магнитных, оптических и кинетических свойств твердых тел (ОПК-1, ПК-4).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.7 «ПОЛИТОЛОГИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, ПРАВОВЕДЕНИЕ»**  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о социальной, политической, правовой реальности современной России и мира, формирование компетентного понимания социальных и политических проблем, источников их возникновения и возможных путей разрешения.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.7 «Политология, социология, правоведение» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Обществознания».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Политология	1—6	6	6		36	24
2	Социология	7—12	6	6		36	24
3	Правоведение	13—18	6	6		36	24
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

типы обществ и сложные пути их развития; разнообразные грани человеческой культуры и цивилизаций; социальные институты и суть институционализации (ОК-4);

социальную структуру общества и стратификацию, виды и каналы социальной мобильности; политическую систему России (ОК-4);

механизмы социального поведения индивида, причины и пути разрешения социальных и политических конфликтов; свои права и обязанности как гражданина своей страны; систему органов государственной власти и местного самоуправления (ОК-4);

**уметь:**

объяснить социальные и политические процессы исходя из основных парадигм в социологии и политологии; истолковывать отличия в развитии обществ и культур, выделять плюсы и минусы социальных и политических процессов (ОК-4);

**владеть:**

навыками всесторонней и объективной оценки социально-политических событий и процессов и использования знаний для прогнозирования современной социально-политической и экономической ситуаций (ОК-4).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
 Б1.В.ОД.8 «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОИНЖЕНЕРИИ»  
 направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является изучение сенсорных и актюаторных элементов микросистемной техники, математических моделей физико-механических компонентов микро- и наносистем, методов и алгоритмов, лежащих в основе моделирования микро- и наносистем.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.5 «Физика», Б1.Б.12 «Техническая механика микросистем», Б1.В.ОД.4 «Методы математической физики». В свою очередь, «Физические основы наноинженерии», как предшествующая дисциплина,

обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплины Б1.В.ОД.12 «Микромеханические системы», а также выполнения научно-исследовательской и выпускной квалификационной работ.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Компоненты микросистемной техники	1—3	6			12		18
2	Материаловедческие аспекты микро- и нанозлектромеханических систем	4—6	6		4	12		22
3	МЭМС/НЭМС устройства и их применение	7—10	8			20		28
4	Термо- и электромеханическое поведение тонкопленочных микро- и наноструктур	11—14	8		8	22		38
5	Методы моделирования физико-механических компонентов микро- и наносистем	15—18	8		6	24		38
6	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>		<b>18</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

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

способностью проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

способностью осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4)

способностью владеть современными методами расчета и проектирования приборов и устройств микро- и нанозлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

модели физико-механических компонентов микро- и наносистем, адекватные протекающим в них физическим процессам; формальные процедуры решения задач моделирования физико-механических компонентов микро- и наносистем; современные программы моделирования физико-механических компонентов микро- и наносистем (ОПК-1);

##### **уметь:**

использовать методы и средства моделирования физико-механических наносистем; разрабатывать математические модели физико-механических компонентов микро- и наносистем; применять программы моделирования физико-механических компонентов наносистем (ОПК-1, ПК-3, ПК-4);

##### **владеть:**

навыками моделирования физико-механических компонентов микро- и наносистем, в том числе с использованием программной системы конечно-элементного анализа ANSYS/Multiphysics (ПКВ-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.9 «ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о свойствах низкотемпературной газоразрядной плазмы и особенностях применения различных плазменных технологий в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.9 «Плазменные технологии в производстве изделий микро- и нанoeлектроники» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.5 «Физика», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ». В свою очередь, «Плазменные технологии в производстве изделий микро- и нанoeлектроники», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплин Б1.В.ОД.15 «Технологии МЭМС», Б1.В.ДВ.8.1 «Моделирование и проектирование технологических процессов».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Физика низкотемпературной газоразрядной плазмы	1—8	8		8	36	52
2	Технология плазменного осаждения	9—14	4		4	12	20
3	Технологии плазменного травления	15—18	6		6	24	36
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

основные методы генерации низкотемпературной плазмы; методы диагностики параметров плазмы; основные плазменные процессы, используемые в производстве изделий микро- и нанoeлектроники (ОК-7);

##### **уметь:**

измерять и рассчитывать основные технологические параметры плазменных процессов изготовления изделий микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2);

##### **владеть:**

методами определения основных операционных параметров при проведении плазменных процессов (ПКВ-2).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.10 «АНАЛОГОВАЯ И ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основах аналоговой и цифровой схемотехники, а также об электронных приборах и компонентах.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.14 «Электротехника», Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника». В свою очередь, «Аналоговая и цифровая схемотехника», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплин Б1.В.ОД.11 «Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях», Б1.В.ОД.12 «Микромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Дифференциальный усилитель	1, 2	4		4	4		12
2	Операционные усилители	3, 4	4		4	8		16
3	Устройства на основе операционного усилителя	5, 6	4		4	10		18
4	Компараторы и генераторы	7, 8	4		4	6		14
5	Комбинационные логические схемы	9—11	6		8	12		26
6	Триггеры в логических схемах	12, 13	4		4	8		16
7	Ждущие мультивибраторы, счетчики, мультиплексоры, память с произвольным доступом	14, 15	4		4	12		20
8	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи	16—18	6		4	12		22
9	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

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

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и наноэлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

принцип действия, свойства, схемотехнику, области применения и потенциальные возможности основных аналоговых и цифровых схем (ОК-7, ОК-1);

**уметь:**

разрабатывать и/или использовать готовые схемные решения для реализации электронных приборов и компонентов (ОПК-1, ПКВ-1);

**владеть:**

методами и средствами автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования аналоговых и цифровых схем (ПКВ-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ОД.11 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИС НА ФУНКЦИОНАЛЬНОМ И ЛОГИЧЕСКОМ  
УРОВНЯХ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о методах синтеза и логического моделирования цифровых ИС, а также верификации моделей ИС на различных уровнях проектирования.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.11 «Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника». В свою очередь, «Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при изучении дисциплины Б1.В.ОД.12 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях», а также выполнения научно-исследовательской и выпускной квалификационной работ.

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Методы синтеза аналоговых и цифровых ИС	1—4	4		8	20		32
2	Логическое моделирование цифровых ИС	5—12	8		16	40		64
3	Верификация ИС на различных уровнях проектирования	13—18	6		12	30		48
5	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

основы автоматизированного схемотехнического и топологического проектирования интегральных схем; возможности интегрированной системы моделирования ИС Cadence; отдельные программные средства автоматизированной системы Cadence; маршрут сквозного проектирования аналоговых и цифровых ИС (ОК-7, ОПК-3);

**уметь:**

разрабатывать формальные процедуры решения задач автоматизированного схемотехнического и топологического проектирования ИС — выполнять описание электрических схем на схемотехническом уровне; разрабатывать символьные представления для описания функциональных блоков; составлять иерархическое описание проекта на структурном уровне; применять тестовые схемы для моделирования характеристик схем; определять параметры, характеризующие работу схем, по полученным зависимостям; работать в графическом схемотехническом редакторе (ОПК-3);

**владеть:**

навыками разработки и оптимизации схемотехники и топологии ИС (ПКВ-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.12 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИС НА СИСТЕМНОМ И АЛГОРИТМИЧЕСКОМ УРОВНЯХ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о программном обеспечении автоматизированного проектирования ИС на системном и алгоритмическом уровнях.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.12 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.8 «Информатика», Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника», Б1.В.ОД.11 «Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях». В свою очередь, «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов
1	Языки программирования C/C++, System C	1—6	12		4	18		34
2	Языки моделирования Matlab/Simulink	7—12	12		8	18		38

3	Языки проектирования Verilog/VHDL	13—18	12		6	18		36
<b>Итого часов</b>			<b>36</b>		<b>18</b>	<b>54</b>		<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

программное обеспечение автоматизированного проектирования ИС на системном и алгоритмическом уровнях; возможности программных пакетов C/C++, System C, Matlab/Simulink, Verilog/VHDL (ОК-7; ОПК-3);

**уметь:**

разрабатывать формальные процедуры решения задач автоматизированного проектирования ИС; выполнять символьное описание функциональных блоков и моделирование на поведенческом уровне; определять параметры, характеризующие работу схем, по полученным зависимостям в графическом визуализаторе (ОПК-3);

**владеть:**

навыками моделирования и проектирования ИС с использованием пакетов программ C/C++, System C, Matlab/Simulink, Verilog/VHDL (ПКВ-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
 Б1.В.ОД.13 «ВЫСОКОВАКУУМНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»  
 направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о свойствах, методах получения и измерения вакуума, областях использования высоковакуумных технологические процессы в производстве изделий микро- и нанoeлектроники.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.13 «Высоковакуумные технологические процессы» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.5 «Физика», Б1.В.ДВ.1.2 «Основы производства изделий электронной техники». В свою очередь, «Высоковакуумные технологические процессы», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.В.ОД.15 «Технологии МЭМС».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов	

1	Физическая сущность вакуума и его свойства	1—4	4		8	18	30
2	Создание вакуумной среды. Средства откачки	5—10	6		12	28	46
3	Средства измерения вакуума	11, 12	2		4	14	20
4	Конструкции и элементы вакуумных систем	13—16	4		8	18	30
5	Формирование и взаимодействие с материалами ионных, атомарных и молекулярных потоков	17, 18	2		4	12	18
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

свойства, методы получения и измерения вакуума как технологической среды в производстве изделий микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2);

**уметь:**

обоснованно выбирать элементы вакуумных систем для проведения технологических процессов (ПКВ-2);

**владеть:**

методами расчета и выбора параметров высоковакуумных технологических процессов для заданных объектов; навыками работы на вакуумном оборудовании (ПКВ-2).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.14 «МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о принципах работы, устройстве и областях применения микроэлектромеханических систем (МЭМС).

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Математика», Б1.Б.5 «Физика», Б1.Б.10 «Электротехника», Б1.Б.12 «Техническая механика микросистем», Б1.В.ОД.4 «Методы математической физики», Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии». В свою очередь, «Микроэлектромеханические системы», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.В.ОД.13 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях», Б1.В.ОД.15 «Технологии МЭМС», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№	Наименование раздела дисциплины	Неделя	Виды учебной нагрузки и их трудоем-
---	---------------------------------	--------	-------------------------------------

п/п		семест- ра	кость в часах					Всего часов
			Лек- ции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	МЭМС устройства и их применение	1—6	12			26		38
2	Конструирование и моделирование МЭМС	7—12	12		8	32		52
3	Проектирование МЭМС на физическом уровне	13—18	12		10	32		54
4	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>18</b>	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);  
 способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

конструкции, принципы работы и области применения МЭМС (ОК-7, ОПК-1, ПК-3);

**уметь:**

разрабатывать элементную базу МЭМС, удовлетворяющую функциональным требованиям и областям применения (ОПК-1);

**владеть:**

методами выполнения проектировочных расчетов МЭМС (ОПК-1).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.15 «ТЕХНОЛОГИИ МЭМС»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о технологиях изготовления микроэлектромеханических систем (МЭМС).

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.15 «Технологии МЭМС» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.16 «Физико-химические основы нанотехнологии». В свою очередь, «Технологии МЭМС», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семест- ра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лек- ции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	

1	Процессы объемной микрообработки	1, 2	4		4	18		26
2	Процессы поверхностной микрообработки	3—5	6		8	28		42
3	Технологии изготовления МЭМС	6—8	6		4	28		38
4	Эволюция технологий интеграции и 3D сборки микросистем с использованием технологии TSV	9—12	8		8	22		38
5	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>		<b>24</b>	<b>96</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

назначение, физико-химические основы, методы выполнения основных технологических процессов изготовления МЭМС (ПКВ-2);

**уметь:**

выбирать последовательность и режимы проведения технологических процессов производства МЭМС (ПКВ-2);

**владеть:**

методами расчета режимов выполнения основных технологических процессов производства МЭМС (ПКВ-2).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.16 «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о номенклатуре и методах оценки уровня качества изделий и технологических процессов их производства.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ОД.16 «Управление качеством» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика».

#### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Методические и теоретические основы систем управления качеством продукции	1—4	8	8		20	36
2	Управление качеством изделий по критерию точности выходных характеристик	5—8	8	8		20	36
3	Статистический контроль качества техноло-	8—12	8	8		20	36

гических процессов производства изделий						
<b>Итого часов:</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>108</b>		

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные стандарты серии ИСО 9000; номенклатуру и методы оценки уровня качества изделий и технологических процессов их производства; принципы технологической оптимизации параметров конструкции и технологических процессов (ОК-7);

**уметь:**

проводить оценку основных показателей качества; применять статистические методы приемочного контроля качества продукции; планировать эксперимент по определению показателей качества изделий; проводить анализ показателей точности и надежности и синтез конструкторско-технологических параметров изделия по заданным критериям качества (ОПК-1);

**владеть:**

навыками определения показателей и уровня качества изделий, методами имитационного моделирования показателей качества, экспертной оценки показателей качества (ОПК-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ОД.17 «СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о проектировании аналого-цифровых сложно-функциональных блоков по субмикронной КМОП технологии с использованием САПР компании Cadence.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ОД.17 «Системы на кристалле» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.В.ОД.12 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях», Б1.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы». В свою очередь, «Системы на кристалле», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень при выполнении выпускной квалификационной работы.

#### **3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Особенности проектирования ИС с использованием сложно-функциональных блоков	1, 2	4		—	12	16

2	Методология проектирования аналого-цифровых схем	3—8	12		16	54	82
3	Верификация архитектуры	9, 10	4		4	18	26
4	Экспорт топологии для производителя ИС	11, 12	4		4	12	20
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>		<b>24</b>	<b>96</b>	<b>144</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

методологию и особенности проектирования функционально законченных БИС, изготавливаемых по субмикронной технологии, разрабатываемых средствами САПР с широким использованием готовых СФ блоков и включающих процессорные элементы, схемы памяти и другие цифровые и аналого-цифровые узлы (ОК-7; ОПК-3);

**уметь:**

применять САПР для проектирования и синтеза схем на основе сложно-функциональных блоков как основных строительных элементов или макрокомпонентов при создании СнК (ОПК-3);

**владеть:**

навыками проектирования с использованием САПР заказных микросхем компании Cadence (ПКВ-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.1.1 «ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»**  
 направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных технологических процессов производства изделий электронной техники.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в третьем семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Математика», Б1.Б.5 «Физика», Б1.Б.6 «Химия», Б1.Б.21 «Введение в наноинженерию». В свою очередь, «Основы производства изделий электронной техники», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.Б.16 «Физико-химические основы нанотехнологии», Б1.Б.18 «Технологические системы в нанотехнологии», Б1.В.ОД.9

«Процессы получения наноматериалов и наносистем», а также базовый уровень при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и интегральных схем и требования к производству	1, 2	2			4	6
2	Технология полупроводниковых подложек	3, 4	2	2		8	12
3	Технология термического окисления кремния	5, 6	2	2		6	10
4	Технологии легирования	7, 8	2	6		12	20
5	Технологии получения слоев методом химического осаждения из газовой фазы	9, 10	2	2		14	18
6	Технологии получения тонких металлических пленок	11, 12	2	2		6	10
7	Технология фотолитографии	13, 14	2			8	10
8	Технологии травления структурных слоев	15, 16	2	2		8	12
9	Технологии сборки полупроводниковых приборов и интегральных схем	17, 18	2	2		6	10
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и наноэлектроники (ПКВ-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

физические принципы и основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники (ОПК-1, ПКВ-2);

**уметь:**

проводить расчет режимов базовых технологических операций производства изделий электронной техники (ОПК-1);

**владеть:**

методами анализа технологических процессов производства изделий электронной техники (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.1.2 «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ПРОИЗВОДСТВА ИЭТ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных технологических процессов производства изделий электронной техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в третьем семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.5 «Физика», Б1.Б.6 «Химия», Б1.Б.21 «Введение в наноинженерию». В свою очередь, «Перспективные технологические процессы производства ИЭ», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.Б.16 «Физико-химические основы нанотехнологии», Б1.Б.18 «Технологические системы в нанотехнологии», Б1.В.ОД.9 «Процессы получения наноматериалов и наносистем», а также базовый уровень при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и интегральных схем и требования к производству	1, 2	2			4	6
2	Технология полупроводниковых подложек	3, 4	2	2		8	12
3	Технология термического окисления кремния	5, 6	2	2		6	10
4	Технологии легирования	7, 8	2	6		12	20
5	Технологии получения слоев методом химического осаждения из газовой фазы	9, 10	2	2		14	18
6	Технологии получения тонких металлических пленок	11, 12	2	2		6	10
7	Технология фотолитографии	13, 14	2			8	10
8	Технологии травления структурных слоев	15, 16	2	2		8	12
9	Технологии сборки полупроводниковых приборов и интегральных схем	17, 18	2	2		6	10
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и наноэлектроники (ПКВ-2).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **знать:**

физические принципы и основные технологические процессы формирования структур изделий электронной техники (ОПК-1, ПКВ-2);

#### **уметь:**

проводить расчет режимов базовых технологических операций производства изделий электронной техники (ОПК-1);

**владеть:**

методами анализа технологических процессов производства изделий электронной техники (ОПК-1).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.2.1 «СПЕЦГЛАВЫ ФИЗИКИ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основополагающих понятиях статистической физики, формирование понимания процессов микромира как вероятностных, основанных на статистических закономерностях, изучение и освоение специфического математического аппарата квантовой механики, изучение фундаментальных результатов квантовой теории, касающихся свойств твердого тела.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими при дисциплинах Б1.Б.4 «Математика», Б1.Б.5 «Физика», Б1.В.ОД.4 «Методы математической физики». В свою очередь, «Спецглавы физики», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.12 «Полупроводниковая электроника», Б1.Б.17 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.В.ОД.5 «Физика конденсированного состояния», Б1.В.ДВ.5.1 «Наноэлектроника»/Б1.В.ДВ.5.2 «Физика низкоразмерных систем».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Элементы квантовой механики и статистической физики	1—6	6		4	14	24
2	Основы зонной теории физики твердого тела	7—10	4		—	10	14
3	Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах	11, 12	2		—	10	12
4	Примеси и примесные состояния в полупроводниках. Статистика равновесных носителей заряда	13, 14	2		4	12	18
5	Неравновесные носители заряда: генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф	15, 16	2		4	14	20
6	Поверхность и контактные явления	17, 18	2		6	12	46
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные положения зонной теории, особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории (ОПК-1);

**уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов (ОПК-1);

**владеть:**

навыками экспериментального определения электропроводности и концентрации носителей заряда в твердом теле, ширины запрещенной зоны, концентрацию, подвижности, времени жизни носителей заряда в полупроводнике (ОПК-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.2.2 «КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний об основополагающих понятиях квантовой механики, формирование понимания процессов микромира как вероятностных, основанных на статистических закономерностях, изучение и освоение специфического математического аппарата квантовой механики, изучение методов решения квантово-механических задач, изучение фундаментальных результатов квантовой теории, касающихся свойств твердого тела.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 «Квантовая механика и статистическая физика» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в четвертом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими при дисциплин Б1.Б.4 «Математика», Б1.Б.5 «Физика», Б1.В.ОД.4 «Методы математической физики». В свою очередь, «Квантовая механика и статистическая физика», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.12 «Полупроводниковая электроника», Б1.Б.17 «Материаловедение наноматериалов и наносистем», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.В.ОД.5 «Физика конденсированного состояния», Б1.В.ДВ.5.1 «Наноэлектроника»/Б1.В.ДВ.5.2 «Физика низкоразмерных систем».

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Элементы квантовой механики и статистиче-	1—8	8		4	18	30

	ской физики						
2	Основы зонной теории твердого тела	9—12	4		4	24	32
3	Основы физики полупроводников	13—18	6		10	30	46
<b>Итого часов</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные положения зонной теории, особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории (ОПК-1);

**уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов (ОПК-1);

**владеть:**

навыками экспериментального определения электропроводности и концентрации носителей заряда в твердом теле, ширины запрещенной зоны, концентрацию, подвижности, времени жизни носителей заряда в полупроводнике (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.3.1 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о цифровой обработке сигналов на системном уровне и использовании среды графического программирования LabVIEW.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.3.1 «Автоматизация измерений и контроля» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника». В свою очередь, «Автоматизация измерений и контроля», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Принципы построения измерительных	1, 2	4		4	8		16

	систем							
2	Среда программирования LabVIEW	3—6	8		8	18		34
3	Аналого-цифровое преобразование сигналов	7—10	8		8	10		26
4	Цифровые фильтры	11—13	6		4	12		22
5	Адаптивная фильтрация	14, 15	4		4	12		20
6	Обработка данных в частотной области	16—18	6		4	12		22
7	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

методы программного и аппаратного обеспечения цифровой обработки сигналов для автоматизации измерений и контроля (ОК-7, ОПК-1);

**уметь:**

программировать в среде графического программирования LabVIEW (ПК-1);

**владеть:**

навыками применения процессоров цифровой обработки сигналов (ОК-7, ПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.3.2 «НАНОИНЖЕНЕРИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о вторичных источниках питания на базе нанотехнологий.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.3.2 «Наноинженерия в энергетике» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.10 «Электротехника», Б1.Б.18 «Материаловедение наноматериалов и наносистем». В свою очередь, «Наноинженерия в энергетике», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семест-	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах
-------	---------------------------------	----------------	---

		ра	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов	
1	Наноинженерия в солнечной энергетике	1, 2	4		4	10		18	
2	Электрохимические накопители энергии высокой удельной мощности (суперконденсаторы)	3—7	10		16	16		42	
3	Характеристики и параметры суперконденсаторов	8—10	6		8	16		30	
4	Модели суперконденсаторов	11, 12	4		—	16		20	
5	Суперконденсаторные модули	13, 14	4		4	6		14	
6	Технология производства суперконденсаторов	15—18	8		4	8		20	
7	Подготовка к экзамену							36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>	

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и наноэлектроники (ПКВ-2).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

физико-химические основы работы, конструкции, типы и характеристики электрохимических накопителей энергии, технологию их изготовления (ОК-10, ОПК-1, ПКВ-2).;

**уметь:**

измерять параметры суперконденсаторов (ОПК-1);

**владеть:**

методами проектирования суперконденсаторов (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.4.1 «ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о методах оценки, анализа, управления и оптимизации уровня надежности технических систем.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.4.1 «Основы надежности технических систем» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Математика». В свою очередь, «Основы надежности технических систем», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основы понятия теории надежности	1—4	8	2		10	20
2	Влияние внешних факторов на надежность	5—8	8	4		8	20
3	Механизмы отказов электронных компонентов МЭМС	9—12	8	4		16	28
4	Механизмы отказов механических компонентов МЭМС	13, 14	4	4		12	20
5	Методики расчета и оценки по результатам ускоренных испытаний надежности МЭМС	15—18	8	4		8	20
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

основы теории надежности технических систем (ТС); внешние факторы, влияющие на надежность; методики расчета надежности ТС на различных этапах их жизненного цикла; методики оценки надежности ТС (ОПК-1);

**уметь:**

выполнять анализ и расчет надежности ТС; разрабатывать процедуры, направленные на контроль надежности ТС; осуществлять действия, направленные на повышение надежности ТС (ОК-7, ОПК-1);

**владеть:**

навыками в решении задач оценки надежности ТС (ОПК-1).

#### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.4.2 «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о методах оценки, анализа, управления и оптимизации уровня надежности технических систем.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.4.2 «Физические основы надежности микросистемной техники» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Математика». В

свою очередь, «Физические основы надежности микросистемной техники», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основы понятия теории надежности	1—4	8	2		10	20
2	Общие представления об отказах МСТ	5—8	8	4		14	26
3	Влияние внешних факторов на надежность	9—12	6	4		10	20
4	Методы повышения надежности МСТ в процессе серийного производства	13—15	6	4		8	18
5	Методики расчета и оценки по результатам ускоренных испытаний надежности МСТ	16—18	8	4		12	24
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>18</b>		<b>54</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основы теории надежности технических систем (ТС); внешние факторы, влияющие на надежность; методики расчета надежности ТС на различных этапах их жизненного цикла; методики оценки надежности ТС (ОПК-1);

**уметь:**

выполнять анализ и расчет надежности МСТ; разрабатывать процедуры, направленные на контроль надежности МСТ; осуществлять действия, направленные на повышение надежности ТС (ОК-7, ОПК-1);

**владеть:**

навыками в решении задач оценки надежности МСТ (ОПК-1).

### АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Б1.В.ДВ.5.1 «НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о фундаментальных физических эффектах, имеющих место в наноструктурах и обусловленные их пониженной размерностью, и принципах функционирования и характеристиках наноэлектронных устройств на базе квантово-размерных структур.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.5.1 «Наноэлектроника» является дисциплиной по выбору вари-

тивной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника», Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики»/Б1.В.ДВ.5.2 «Физика низкоразмерных систем». В свою очередь, «Наноэлектроника», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.В.ДВ.8.2 «Оптоэлектроника и нанофотоника», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Физические ограничения минимальных размеров элементов микроэлектроники	1—5	10	4	8	20		42
2	Физические основы наноэлектроники	6—13	16	8	4	32		60
3	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	14—18	10	6	6	20		42
4	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

фундаментальные физические эффекты, имеющие место в наноструктурах и обусловленные их пониженной размерностью (ОПК-1);

принципы функционирования и характеристики нанoeлектронных устройств на базе квантово-размерных структур;

##### **уметь:**

проводить приборное моделирование этих структур (ОК-7, ОПК-1);

##### **владеть:**

навыками моделирования и исследования наноструктур (ОПК-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Б1.В.ДВ.5.2 «ФИЗИКА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний о фундаментальных физических эффектах, имеющих место в наноструктурах и обусловленные их пониженной размерностью, и принципах функционирования и характеристиках нанoeлектронных устройств на базе квантово-размерных структур.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.5.2 «Физика низкоразмерных структур» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в шестом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника», Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики»/Б1.В.ДВ.5.2 «Физика низкоразмерных систем». В свою очередь, «Физика низкоразмерных структур», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б1.В.ДВ.8.2 «Оптоэлектроника и нанофотоника», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Физические ограничения минимальных размеров элементов микроэлектроники	1—5	10	4	8	20		42
2	Физические основы наноэлектроники	6—13	16	8	4	32		60
3	Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах	14—18	10	6	6	20		42
4	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

##### **знать:**

фундаментальные физические эффекты, имеющие место в наноструктурах и обусловленные их пониженной размерностью (ОПК-1);

принципы функционирования и характеристики наноэлектронных устройств на базе квантово-размерных структур;

##### **уметь:**

проводить приборное моделирование этих структур (ОК-7, ОПК-1);

##### **владеть:**

навыками моделирования и исследования наноструктур (ОПК-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Б1.В.ДВ.6.1 «МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение знаний о средствах микропроцессорной техники — архитектуре типичной микроЭВМ, назначении и особенностях её компонентов, способах управления элементами микроЭВМ и методах программирования.

#### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.6.1 «Микропроцессорная техника» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника». В свою очередь, «Микропроцессорная техника», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия и классификация микропроцессоров	1—4	4			10	14
2	Архитектура микропроцессора	5—10	6		8	24	38
3	Память микропроцессорной системы	11—14	4		4	18	26
4	Организация ввода/вывода в микропроцессорной системе	15—18	4		6	20	30
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

архитектуру микропроцессоров (МП), микроконтроллеров (МК) и однокристалльных вычислительных систем различных типов; методы разработки программ для МП и МК на языках различного уровня; основы построения микропроцессорных систем управления, их алгоритмического и программного обеспечения; основные структуры, свойства и принципы построения систем управления сложными техническими объектами (ОПК-3);

**уметь:**

формулировать цели управления и обоснованные технические требования к системе управления; формировать математические модели типовых объектов управления по своей специальности (ОПК-3);

**владеть:**

навыками программирования микропроцессорных систем для реализации заданных функций (ОПК-3).

### АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.6.2 «МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ» направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение знаний о средствах микропроцессорной техники — архитектуре типичной микроЭВМ, назначении и особенностях её компонентов, способах управления элементами микроЭВМ и методах программирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.6.2 «Микропроцессорные системы управления» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника». В свою очередь, «Микропроцессорные системы управления», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия и классификация микропроцессоров	1—4	4			10	14
2	Архитектура микропроцессора	5—10	6		8	24	38
3	Память микропроцессорной системы	11—14	4		4	18	26
4	Организация ввода/вывода в микропроцессорной системе	15—18	4		6	20	30
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

архитектуру микропроцессоров (МП), микроконтроллеров (МК) и однокристальных вычислительных систем различных типов; методы разработки программ для МП и МК на языках различного уровня; основы построения микропроцессорных систем управления, их алгоритмического и программного обеспечения; основные структуры, свойства и принципы построения систем управления сложными техническими объектами (ОПК-3);

**уметь:**

формулировать цели управления и обоснованные технические требования к системе управления; формировать математические модели типовых объектов управления по своей специальности (ОПК-3);

**владеть:**

навыками программирования микропроцессорных систем для реализации заданных функций (ОПК-3).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.7.1 «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАНОСИСТЕМ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования методов математического моделирования при моделировании физических явлений, лежащих в основе создания элементов, приборов и устройств наноинженерии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.7.1 «Компьютерное моделирование, расчет и проектирование наносистем» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.8 «Информатика». В свою очередь, «Компьютерное моделирование, расчет и проектирование наносистем», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основы языка символьной математики пакета MatLab	1, 2	2		4	12	18
2	Математическое моделирование в пакете MatLab	3—6	4		8	12	24
3	Моделирование физических процессов в задачах наноинженерии	7—18	12		24	30	66
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

способностью работать с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **знать:**

аналитические, численные и графические возможности пакета «MatLab», способы создания математической модели в виде системы дифференциальных или интегральных уравнений, описывающих физическое явление, способы корректного задания начальных и граничных условий в математической модели, соответствующих поставленной физической задаче, методы упрощения физико-математической модели, связанные со свойствами симметрии рассматриваемой физической системы, методы численного решения дифференциальных или интегральных уравнений для поставленной физической задачи (ОПК-4);

#### **уметь:**

создавать программы численного решения задач и применять их для анализа свойств элементов, приборов и устройств наноинженерии (ОПК-1, ОПК-4);

#### **владеть:**

навыками численного решения задач при моделировании элементов, приборов и устройств наноинженерии (ОПК-4).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.7.2 «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»**  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования методов математического моделирования при моделировании физических явлений, лежащих в основе создания элементов, приборов и устройств наноинженерии.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.7.2 «Методы математического моделирования» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в седьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.8 «Информатика». В свою очередь, «Методы математического моделирования», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплины Б.В.ОД.14 «Микроэлектромеханические системы», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Основы языка символьной математики пакета MatLab	1, 2	2		4	12	18
2	Математическое моделирование в пакете MatLab	3—6	4		8	12	24
3	Моделирование физических процессов в задачах наноинженерии	7—18	12		24	30	66
<b>Итого часов:</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

4). способностью работать с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:**

аналитические, численные и графические возможности пакета «MatLab», способы создания математической модели в виде системы дифференциальных или интегральных уравнений, описывающих физическое явление, способы корректного задания начальных и граничных условий в математической модели, соответствующих поставленной физической задаче, методы упрощения физико-математической модели, связанные со свойствами симмет-

рии рассматриваемой физической системы, методы численного решения дифференциальных или интегральных уравнений для поставленной физической задачи (ОПК-4);

**уметь:**

создавать программы численного решения задач и применять их для анализа свойств элементов, приборов и устройств наноинженерии (ОПК-1, ОПК-4);

**владеть:**

навыками численного решения задач при моделировании элементов, приборов и устройств наноинженерии (ОПК-4).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.8.1 «ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА»  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение знаний о физических процессах, лежащих в основе современных оптоэлектронных приборах, в которых эффекты взаимодействия между электромагнитными волнами оптического диапазона и электронами вещества используются для генерации, передачи, обработки, хранения и отображения информации.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.1 «Оптоэлектронные приборы и устройства» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики»/ Б1.В.ДВ.2.2 «Квантовая механика и статистическая физика».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Излучение оптического диапазона	1, 2	4	—	—	6	10
2	Источники некогерентного излучения	3, 4	4	4	4	10	22
3	Источники когерентного излучения	5, 6	4	—	4	10	18
4	Приемники излучения	7—10	8	6	12	16	42
5	Оптоэлектронные устройства	11, 12	4	2	4	6	16
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

физические процессы, лежащие в основе современных оптоэлектронных приборов; ха-

рактические характеристики и параметры приборов; области их возможного применения (ОПК-1);

**уметь:**

выполнять измерения характеристик и параметров оптоэлектронных приборов (ОПК-1);

**владеть:**

методами анализа и расчета параметров и характеристик приборов и устройств оптоэлектроники (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.8.2 «ОПТОЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФОТОНИКА»  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение знаний о физических процессах, лежащих в основе современных оптоэлектронных приборах, в которых эффекты взаимодействия между электромагнитными волнами оптического диапазона и электронами вещества используются для генерации, передачи, обработки, хранения и отображения информации.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.2 «Оптоэлектроника и нанопотоника» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими при изучении дисциплин Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.14 «Полупроводниковая электроника», Б1.В.ОД.5 «Материалы электронной техники», Б1.В.ДВ.2.1 «Спецглавы физики»/ Б1.В.ДВ.2.2 «Квантовая механика и статистическая физика», Б1.В.ДВ.5.1 «Наноэлектроника»/Б1.В.ДВ.5.1 «Физика низкоразмерных структур».

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Всего часов
1	Излучение оптического диапазона	1, 2	4	—	—	6	10
2	Источники некогерентного излучения	3, 4	4	4	4	10	22
3	Источники когерентного излучения	5, 6	4	—	4	10	18
4	Приемники излучения	7—10	8	6	12	16	42
5	Нанопотоника	11, 12	4	2	4	6	16
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>108</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

физические процессы, лежащие в основе современных оптоэлектронных приборов; характеристики и параметры приборов; области их возможного применения (ОПК-1);

**уметь:**

выполнять измерения характеристик и параметров оптоэлектронных приборов (ОПК-1);  
**владеть:**  
 методами анализа и расчета параметров и характеристик приборов и устройств оптоэлектроники (ОПК-1).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
 Б1.В.ДВ.9.1 «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
 И УСТРОЙСТВ НАНОИНЖЕНЕРИИ»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является получение знаний об основных численных методах моделирования и проектирования микро- и наноструктур.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.9.1 «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии», Б1.В.ОД.12 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях». В свою очередь, «Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии» обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Язык моделирования в среде моделирования TCAD	1—3	6		—	22		28
2	Физические и математические модели, лежащие в основе моделирующего пакета TCAD	4—7	8		8	28		44
3	Моделирование физических процессов	8—10	6		12	30		48
4	Модернизация физических моделей	11, 12	4		4	16		24
10	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>		<b>24</b>	<b>96</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**  
 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

способностью владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и наноэлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**знать:**

основные численные методы моделирования и проектирования микро- и наноструктур (ПКВ-1);

**уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в полупроводниковых структурах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; выполнить моделирование в пакете моделирования TCAD процессов, связанных с проектированием микро- и наносистем (ОПК-1, ПКВ-1);

**владеть:**

навыками моделирования физических явлений и процессов в элементах и устройствах наноинженерии, анализировать полученные результаты, составлять отчеты о параметрах и характеристиках моделируемых устройств (ОПК-1, ПКВ-1).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.9.2 «САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.)

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение знаний об основных численных методах моделирования и проектирования микро- и наноструктур.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.В.ДВ.9.2 «САПР технологических процессов» является дисциплиной по выбору вариативной части дисциплин ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Дисциплина изучается в восьмом семестре. В процессе её изучения используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии», Б1.В.ОД.12 «Проектирование ИС на системном и алгоритмическом уровнях», Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ». В свою очередь, «САПР технологических процессов», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ОСНОВНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					Всего часов
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	
1	Язык моделирования в среде моделирования TCAD	1—3	6		—	22		28
2	Физические и математические модели, лежащие в основе моделирующего пакета TCAD	4—7	8		8	28		44
3	Моделирование физических процессов	8—10	6		12	30		48
4	Модернизация физических моделей	11, 12	4		4	16		24
10	Подготовка к экзамену						36	36
<b>Итого часов:</b>			<b>24</b>		<b>24</b>	<b>96</b>	<b>36</b>	<b>180</b>

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

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования (ОПК-1);

способностью владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **знать:**

основные численные методы моделирования и проектирования микро- и наноструктур (ПКВ-1);

#### **уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в полупроводниковых структурах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; выполнить моделирование в пакете моделирования TCAD процессов, связанных с проектированием микро- и наносистем (ОПК-1, ПКВ-1);

#### **владеть:**

навыками моделирования физических явлений и процессов в элементах и устройствах наноинженерии, анализировать полученные результаты, составлять отчеты о параметрах и характеристиках моделируемых устройств (ОПК-1, ПКВ-1).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б2.У.1 «УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью практики является ознакомление обучающихся с производственной деятельностью по выбранной специальности, предусматривающее знакомство со структурными подразделениями предприятия и получение первичных профессиональных умений и навыков.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б2.У.1 «Учебная практика» является одним из видов практик, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Практика проводится в конце второго семестра в течение 2-х недель. В ходе её используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.Б.8 «Информатика», Б1.Б.21 «Введение в наноинженерию».

#### **3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Практика организуется в соответствии с Законом «О высшем образовании» на выпускающей кафедре или предприятиях. Местами проведения практики являются научные, производственные подразделения и кафедры вуза, научные, производственные организации, занимающиеся нанотехнологиями, микроэлектроникой, электронной техникой.

Во время учебно-производственной практики студент должен изучить:

- организацию и управление деятельностью подразделения;
- вопросы производимой, разрабатываемой или используемой техники, формы и методы сбыта продукции или предоставления услуг;
- действующие стандарты, технические условия, должностные обязанности, положения

и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации;

- методы выполнения технических расчетов;
- правила эксплуатации исследовательских установок, измерительных приборов или технологического оборудования, имеющихся в подразделении, а также их обслуживание;
- вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

освоить:

- методики применения исследовательской и измерительной аппаратуры для контроля и изучения отдельных характеристик материалов, приборов и устройств;
- отдельные пакеты программ компьютерного моделирования и проектирования технологических процессов, приборов и систем;
- порядок пользования периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю направления подготовки.

Поставленная цель достигается:

- организацией факультативных курсов лекций;
- экскурсиями по подразделениям предприятий;
- выбором рабочего места на кафедре или предприятии для более детального изучения одной из сторон деятельности и составления индивидуального плана;
- изучением особенностей организации работы, в соответствии с полученным индивидуальным заданием.

Аттестация по учебной практике проводится в форме дифференцированного зачета по результатам защиты отчета по практике.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРАКТИКИ

За время практики обучающийся должен получить представление об организации производственного процесса на предприятии либо в его подразделении. Обучающемуся следует изучить состав лабораторного диагностического и аналитического оборудования и используемого программного обеспечения, получить навыки работы с ним.

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

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОК-10);
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);
- способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);
- способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4).

##### **В результате прохождения практики обучающийся должен**

###### **знать:**

современные тенденции развития нанотехнологий (ОК-10);

###### **уметь:**

повышать свой уровень профессиональных знаний путем самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

квалифицированно пользоваться периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю специальности, включая on-line источники (ОК-10);

###### **владеть:**

офисными технологиями и приемами их использования при подготовке технических отчетов (ОПК-3, ПК-3, ПК-4).

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б2.П.1 «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА»**  
направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4,5 зач. ед. (162 час.)

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью практики является закрепление и углубление теоретических знаний и приобретение навыков производственной (технологической) деятельности.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б2.П.1 «Производственная (технологическая) практика» является одним из видов практик, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Практика проводится в конце четвертого семестра в течение 3-х недель. В ходе её используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 «Основы производства изделий электронной техники»/ Б1.В.ДВ.1.2 «Перспективные технологические процессы производства ИЭТ». Знания, полученные при прохождении практики, используются при выполнении курсовых и квалификационных работ, предусмотренных учебной программой.

**3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Практика проводится согласно заключенным договорам с производственными предприятиями, научно-производственными организациями и учреждениями базового профиля.

Практика проводится на ведущих предприятиях и организациях г. Воронежа:

- Воронежский завод полупроводниковых приборов – Сборка (ВЗПП-С);
- Воронежский завод полупроводниковых приборов – Микрон (ВЗПП-М);
- Научно-исследовательский институт электронной техники (НИИЭТ).

Виды работ на производственной (технологической) практике:

- формирование производственного задания;
- производственный инструктаж;
- изучение технологического процесса производства изделий микро- и нанoeлектроники;
- овладение навыками тестирования изделий микро- и нанoeлектроники.

Аттестация по производственной (технологической) практике проводится в форме дифференцированного зачета по результатам защиты отчета по практике.

**4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРАКТИКИ**

За время практики обучающийся должен получить представление об организации производственного процесса на предприятии либо в его подразделении. При прохождении практики в подразделениях, связанных с производством продукции, обучающемуся следует детально ознакомиться с организацией производства, технологическими процессами и используемым оборудованием, методами управления качеством. В случае прохождения практики в учреждении обучающемуся следует изучить программное обеспечение, используемое при проектировании изделий.

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

способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе

информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОК-10);

способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4);

готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники (ПКВ-2).

**В результате прохождения практики обучающийся должен**

**знать:**

структуру предприятия, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность; современные тенденции развития технологий в области микро- и нанoeлектроники; этапы технологического процесса изготовления изделий микро- и нанoeлектроники; основные требования по технике безопасности при работе на производстве (ОК-6, ОК-7, ОК-10);

**уметь:**

налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники (ОК-7);

**владеть:**

навыками сбора, обработки, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области микро- и нанoeлектроники (ПК-3, ПК-4);

навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде отчетов, публикаций, презентаций (ПК-4);

навыками работы на технологическом оборудовании, используемом в производстве изделий электронной техники (ПКВ-2).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б2.П.2 «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4,5 зач. ед. (162 час.)

#### **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью практики является закрепление, углубление и систематизация теоретических знаний по дисциплинам профессионального профиля, изучение научно-технической документации по проектированию и исследованию микро- и наносистем, типовых технологических процессов их производства, приобретению навыков использования программных средств проектирования микросистемной техники.

#### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина Б2.П.2 «Производственная (конструкторская) практика» является одним из видов практик, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Практика проводится в конце шестого семестра в течение 3-х недель. В ходе её используются базовые знания, полученные обучающимися при изучении дисциплин Б1.В.ОД.8 «Физические основы наноинженерии», Б1.В.ОД.10 «Аналоговая и цифровая схемотехника», Б1.В.ОД.11 «Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях».

Базы практики — конструкторские и технологические подразделения НИИ, проектных организаций, предприятий по разработке и производству изделий микро- и нанoeлектроники.

Студенты практикуются в конструкторском и технологическом подразделениях с возможностью получения консультаций в схемотехнических подразделениях.

Знания, полученные при прохождении практики, используются при выполнении курсовых и квалификационных работ, предусмотренных учебной программой.

Аттестация по научно-исследовательской работе проводится в форме дифференцированного зачета по результатам защиты отчета по практике.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕНИЯ НИР

Задача выполнения НИР заключается в овладении методологией и навыками научных исследований и конструкторско-технологического проектирования, комплексном изучении технических отчетов и стандартов, решении практических производственных задач, ознакомлении с вопросами организации труда при решении научно-исследовательских и конструкторско-технологических задач.

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

способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОК-10);

способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1);

способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3);

способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов (ПК-4);

способность владеть современными методами моделирования проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПКВ-1).

#### **В результате прохождения практики обучающийся должен**

##### **знать:**

методологию выполнения научно-исследовательских работ в области выбранной профессиональной деятельности; этапы разработки наукоемкой продукции; современные тенденции развития технологий в области микро- и нанoeлектроники (ОК-6, ОК-7, ОК-10);

##### **уметь:**

разрабатывать изделия и их модули, программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик изделий (модулей) (ПК-1, ПК-2);

##### **владеть:**

навыками сбора, обработки, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследования в области нанoинженерии (ПК-3);

навыками анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде отчетов, публикаций, презентаций (ПК-4);

навыками разработки и оптимизации схемотехники и топологии ИС (ПКВ-1).

### **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ Б2.П.3 «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ПРЕДДИПЛОМНАЯ) ПРАКТИКА»**

направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 час.)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью практики является подготовка студентов к выполнению выпускной квалификационной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б2.П.3 «Производственная (преддипломная) практика» является одним из видов практик, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Практика проводится в конце восьмого семестра в течение 4-х недель после изучения студентами всего цикла дисциплин профиля подготовки.

## 4. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Практика проводится на рабочем месте инженера-разработчика, инженера-конструктора или инженера-технолога в НИИ, КБ, на заводе или на кафедре по профилю выполняемой ВКР. Во время практики студент должен:

- определить и утвердить у руководителя ВКР её тему;
- подобрать необходимый графический и расчетный материал по теме ВКР;
- ознакомиться со спецификой работы и должностными инструкциями инженера-разработчика, инженера-конструктора, инженера-технолога на конкретном рабочем месте, в том числе с состоянием внедрения ГОСТов, ЕСКД, ЕСТД и ЕСПД, САПР и современных ППП;
- подготовить и утвердить у заведующего кафедрой задание на дипломное проектирование по выбранной теме;
- подготовить отчет о проделанной на преддипломной практике работе.

Аттестация по производственной (преддипломной) практике проводится в форме дифференцированного зачета по результатам защиты отчета по практике. К зачету допускаются студенты, выполнившие программу и представившие кафедре отзыв руководителя практики от предприятия, отчет о проделанной работе и утвержденное задание на дипломное проектирование.

## 12 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОП ВО

### 12.1 Кадровый потенциал

Ресурсное обеспечение ОП ВО формируется на основе требований к условиям реализации образовательной программы, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», с учетом рекомендаций ОПОП ВО.

Краткая характеристика привлекаемых к обучению научно-педагогических работников (НПР) представлена в таблице 1.

Таблица 1

Кадровый состав НПР, обеспечивающий реализацию ОПОП ВО

Обеспеченность НПР	Общее количество НПР		Доля НПР с ученой степенью и званием		Доля НПР, имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины		Доля штатных НПР		Доля работников из числа руководителей и работников профильных организаций	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Требования ФГОС ВО		100		70		70				10

Факт	21	100	17	81	21	100	19	90	2	10
------	----	-----	----	----	----	-----	----	----	---	----

Общее руководство научным содержанием и образовательной частью ОПОП ВО бакалавриата осуществляет штатный научно-педагогический работник университета – профессор, д.ф.-м.н., Рембеза Станислав Иванович, активно участвующий в научных исследованиях по направлению подготовки магистров, являющийся руководителем грантов РФФИ и работ по Государственному Заданию, имеющий публикации в научных журналах, входящих в системы РИНЦ, Scopus Web of Science.

### 12.2 Учебно-методическое обеспечение

Основная образовательная программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам (модулям) основной ОПОП ВО.

Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на её выполнение. Обучающиеся обеспечены доступом к электронно-библиотечной системе «Лань» IPRbooks, содержащей издания по инженерным дисциплинам. Одновременный индивидуальный доступ к ЭБС обеспечивает доступ к сети Интернет более 25 % обучающихся.

Библиотечный фонд укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной литературы по дисциплинам базовой части всех циклов, изданными за последние 10 лет (для дисциплин базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла — за последние 5 лет), из расчета не менее 25 экземпляров таких изданий на каждые 100 обучающихся. Фонд дополнительной литературы помимо учебной включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания в расчете 2 экземпляра на каждые 100 обучающихся.

Кафедры и другие подразделения ВГТУ, реализующие ОПОП бакалавриата по профилю подготовки «Инженерные нанотехнологии в приборостроении», располагают необходимой материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом направления подготовки «Наноинженерия», и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В ВГТУ имеются:

**специализированные лекционные аудитории**, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой;

**учебные лаборатории**, оснащенные стендами и оборудованием, позволяющими проводить исследования и изучать технологические процессы в соответствии с направлением подготовки;

**компьютерные классы**, оснащенные компьютерными программами для проведения лабораторных практикумов и рабочими местами для самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в Интернет.

### 12.3 Информационное и материально-техническое обеспечение

ВГТУ располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом направления подготовки бакалавров 28.03.02 «Наноинженерия», и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально необходимый для реализации ОПОП ВО бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя: измерительные, диагностические, технологические комплексы, оборудование и установки, а также персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет.

**Материально-техническое обеспечение**, используемое для реализации ОП ВО, приведено в таблице 2.

Таблица 2

Материально-техническое обеспечение ОП ВО

№ п/п	Дисциплина	Наименование лаборатории	Перечень основного оборудования
1	2	3	4
1	Информатика Введение в наноинженерию Основы научных исследований и техника эксперимента Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях Проектирование ИС на функциональном и логическом уровнях Основы надежности технических систем Физические основы надежности микро-системной техники Компьютерное моделирование, расчет и проектирование наносистем Методы математического моделирования Современные технологии проектирования элементов и устройств наноинженерии Управление качеством Система на кристалле Автоматизация измерений и контроля Наноэлектроника Физика низкоразмерных структур	Компьютерный класс кафедры ППЭНЭ	Персональные компьютеры
2	Метрология, стандартизация и технические измерения Полупроводниковая электроника Аналоговая и цифровая схемотехника Микроэлектромеханические системы Микропроцессорная техника Микропроцессорные системы управления Наноинженерия в энергетике	Лаборатория схемотехники кафедры ППЭНЭ	Генератор сигналов ГЗ-104 и Г4-18А, осциллограф универсальный С1-72, вольтметр селективный В6-9, частотомер ЧЗ-35А, блок питания Б5-46, вольтметры, амперметры Микропроцессорные наборы МТ1804 Учебные лабораторные стенды LESO2
3	Физико-химические основы нанотехнологии Технологические системы в нанотехнологии	АО «ВЗПП-Микрон»	Установки «Везувий-5», «Оратория-5», «Лада-90»
4	Основы производства изделий электронной техники Перспективные технологические процессы производства ИЭТ Технологические системы в нанотехнологии	Лаборатория технологии полупроводниковых приборов и ИС кафедры ППЭНЭ	Установка «Плазма 600», печь «Изоприн», печь «СДО-120/3», микроскопы МИМ-7 и ПМТ-3

№ п/п	Дисциплина	Наименование лаборатории	Перечень основного оборудования
1	2	3	4
	Плазменные технологии в производстве изделий микро- и нанoeлектроники		
5	Физическая химия материалов и процессов электронной техники	Лаборатория технологии полупроводниковых материалов кафедры ППЭНЭ	Вытяжной шкаф, весы аналитические ВЛА-200, микроскопы МИМ-7 и ПМТ-3, цифровой измеритель удельного сопротивления ЦИУС-2
6	Материалы электронной техники Физика конденсированного состояния Физические основы нанoeинженерии	Лаборатория физики твердого тела и технологии МЭТ кафедры ППЭНЭ	Установки для измерения тензоэффекта, температурной зависимости термо-э.д.с. полупроводников, времени жизни неравновесных носителей тока в полупроводниках
8	Нанoeинженерия в энергетике	Лаборатория схемотехники кафедры ППЭНЭ ЗАО «РИКОН»	Источник питания УИП-2, измеритель ВФХ, осциллографы С1-104 и С1-73, вольтметры, амперметры Технологическое оборудование изготовления суперконденсаторов
9	Оптоэлектронные приборы и устройства Оптоэлектроника и нанофотоника	Лаборатория вакуумной техники и оптоэлектроники кафедры ППЭНЭ	Спектрофотометр СФ-16, монохроматор УМ-2, установка исследования фотопроводимости полупроводников
11	Учебная практика Научно-исследовательская работа Выполнение выпускной квалификационной работы	Лаборатории кафедры ППЭНЭ	Персональные компьютеры Кафедральное технологическое и измерительное оборудование

При использовании электронных изданий каждый обучающийся во время самостоятельной подготовки обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

**Лицензионное программное обеспечение**, используемое для реализации ОПОП ВО, приведено в таблице 3.

Таблица 3

Лицензионное программное обеспечение

Назначение	Название
Среда разработки лабораторных виртуальных приборов	LabView 7,0

### **13 ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ВУЗА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ (СОЦИАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ) КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ**

В университете сформирована социокультурная среда, созданы условия, необходимые для всестороннего развития личности.

Вне учебная работа со студентами способствует развитию социально-воспитательного компонента учебного процесса, включая развитие студенческого самоуправления, участие обучающихся в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ.

В университете разработаны и приняты «Концепция воспитательной работы ФГБОУ ВО «ВГТУ» и «План воспитательной работы ФГБОУ ВО «ВГТУ» с учетом современных требований, а также создания полноценного комплекса программ по организации комфортного социального пространства для гармоничного развития личности молодого человека, становления грамотного профессионала.

Приоритетными направлениями вне учебной работы в университете являются:

*Профессионально-трудовое и духовно-нравственное воспитание.*

Эффективной и целесообразной формой организации профессионально-трудового и духовно-нравственного воспитания является работа в студенческих строительных отрядах. В рамках развития молодежного добровольческого движения студентами ВГТУ и учащимися колледжа создано объединение «Забота».

*Патриотическое воспитание.*

Ежегодно, накануне Дня освобождения Воронежа от фашистских захватчиков, устраивается лыжный пробег по местам боев за Воронеж. Накануне Дня Победы ежегодно проводится легкоатлетический пробег (Алексеевка, Рамонь, Липецк, Р. Гвоздевка, Ямное, Склеяво).

*Культурно-эстетическое воспитание.*

В университете создан и активно проводит работу культурный центр, в котором действуют 14 творческих объединений и 24 вокально-инструментальных ансамбля, проводятся самостоятельные фестивали художественного творчества «Золотая осень» и «Студенческая весна», фотовыставки «Мир глазами молодежи», фестиваль компьютерного творчества, фестиваль СТЭМов «Выхухоль» (с участием коллективов ЦФО и г. Воронежа), Татьянин день, Посвящение в студенты.

*Физическое воспитание.*

В университете ежегодно проходят спартакиады среди факультетов и учебных групп, итоги которых подводятся на заседаниях Ученого совета университета в конце учебного года.

Ежегодно проводится конференция научных и студенческих работ в сфере профилактики наркомании и наркопреступности, конференция по пропаганде здорового образа жизни.

На каждом потоке среди студентов, отдыхающих в студенческом спортивно-оздоровительном лагере «Радуга», проводятся лектории областным медицинским профилактическим центром.

Университет принимает активное участие в проведении Всероссийской акции, приуроченной к Всемирному дню борьбы со СПИДом.

*Развитие студенческого самоуправления.*

Студенческое самоуправление и соуправление является элементом общей системы учебно-воспитательного процесса, позволяющим студентам участвовать в управлении вузом и организации своей жизнедеятельности в нем через коллегиальные органы самоуправления и соуправления различных уровней и направлений. Проводятся ежегодные школы студенческого актива: «Радуга», «ПУПС», «20 мая».

Для координации воспитательной работы в конкретных направлениях в университете созданы:

- совет по воспитательной работе ВГТУ;

- комиссия по профилактике употребления психоактивных веществ;
- студсовет студенческого городка на 9-м километре;
- культурный центр;
- спортивно-оздоровительный центр «Политехник»;
- студенческое научное общество;
- институт заместителей деканов по воспитательной работе;
- институт кураторов;
- штаб студенческих отрядов.

Таким образом, сформированная в университете социокультурная среда способствует формированию общекультурных компетенций выпускников (компетенций социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления, системно-деятельностного характера).

## **14 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

Итоговая государственная аттестация представляет собой форму оценки степени и уровня освоения обучающимися уровня ОПОП.

Итоговая государственная аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР) — бакалаврской работы.

### **14.1 Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы**

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника высшего учебного заведения к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки «Наноинженерия» и настоящей основной профессиональной образовательной программы.

К итоговой государственной аттестации допускается лицо, завершившее обучение по основной профессиональной образовательной программе.

ВКР должна представлять собой технический проект, теоретическое или экспериментальное исследование, связанное с решением отдельных, частных задач, определяемых особенностями подготовки по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» с профилем подготовки «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Тематика ВКР должна быть направлена на решение профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности:

- исследование и проектирование элементной базы приборов и устройств наноинженерии;
- разработка технологических процессов изготовления наноэлементной базы и наноматериалов для нее, приборов и устройств на их основе;
- экспериментальное исследование микро- и нанообъектов с целью создания на их основе новых материалов, приборов или технологий;
- построение физико-химических моделей объектов и процессов наноинженерии;
- математическое многомасштабное моделирование наноструктур, приборов наноэлектроники или технологических процессов с целью оптимизации их параметров с использованием современных компьютерных технологий;
- проведение модельных и натуральных экспериментов по оптимизации структуры и конструкции электронных компонентов, приборов, устройств и оборудования, оценка их качества и надежности на стадиях проектирования и эксплуатации;
- выполнение экспериментальных работ по исследованию характеристик и оценке надежности и долговечности наноматериалов различного назначения, изделий и устройств наноинженерии на их основе в условиях эксплуатации при дестабилизирующих воздействиях.

Темы ВКР определяются кафедрой ППЭНЭ университета по согласованию с работодателями. Выпускнику предоставляется право выбора темы ВКР вплоть до предложения своей

тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения.

ВКР могут основываться на обобщении выполненных курсовых работ и проектов и подготавливаться к защите в завершающий период теоретического обучения, а также статей, научных докладов и их тезисов, опубликованных или подготовленных студентом к защите.

ВКР бакалавра выполняется на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных студентом в период обучения. При этом она должна быть преимущественно ориентирована на знания, полученные в процессе изучения дисциплин профессионального профиля, а также в процессе прохождения студентом производственных практик. Выпускная работа, в отличие от проекта, имеющего характер опытно-конструкторской работы, должна иметь научно-исследовательскую направленность и быть связана с решением научно-производственных задач.

Сроки дипломного проектирования в текущем учебном году устанавливаются в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса.

Темы ВКР предлагаются научным руководителем с кафедры или по заявкам предприятий электронной промышленности. В их основе могут быть материалы научно-исследовательских или научно-производственных работ кафедры, научных или производственных организаций. Рецензентами ВКР являются ведущие специалисты профильных организаций, предприятий, учреждений. Темы ВКР, соответствующие Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», программе бакалавриата «Инженерные нанотехнологии в приборостроении», утверждаются распоряжением по факультету радиотехники и электроники.

ВКР выполняется под руководством опытного специалиста — преподавателя выпускающей кафедры. В том случае, если руководителем является специалист производственной организации, назначается куратор от выпускающей кафедры.

Содержание ВКР бакалавра должно учитывать требования ФГОС ВО к профессиональной подготовленности студента и включать в себя:

- обоснование выбора предмета и постановку задачи исследования, выполненные на основе обзора научно-технической литературы, в том числе и периодических научных изданий;
- теоретическую и/или экспериментальную части, включающие методы и средства исследований;
- математические модели, расчеты, проектно-конструкторскую и/или технологическую части;
- анализ полученных результатов;
- выводы и рекомендации;
- список использованной литературы.

Оформление ВКР должно соответствовать определенным требованиям:

- объем пояснительной записки не должен превышать 50 страниц текста, исключая таблицы, рисунки, список использованной литературы и оглавление;
- цифровые, табличные и прочие иллюстративные материалы могут быть вынесены в приложения;
- к пояснительной записке прилагается аннотация, в которой отражаются основные положения работы;
- пояснительная записка должна иметь подписи студента, руководителя работы, консультанта и визу заведующего выпускающей кафедрой.
- оформление ВКР должно соответствовать «Правилам оформления выпускных квалификационных работ» Пр 2.01.02-2015, введенным в действие приказом ректора по ВГТУ от 29.12.2015 № 42-01.18-0.

В пояснительной записке дается теоретическое и расчетное обоснование принятых при выполнении ВКР решений. В графических материалах принятые решения представлены в

виде чертежей, схем, графиков и диаграмм.

Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на выпускную квалификационную работу;
- аннотация;
- оглавление;
- введение;
- две—три главы с изложением результатов работы;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (если необходимо).

Темы ВКР, соответствующие Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», программе бакалавриата «Инженерные нанотехнологии в приборостроении», утверждаются распоряжением по факультету радиотехники и электроники.

Защита выпускных квалификационных работ проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии. ВКР представляются в форме презентации и раздаточного материала в печатном виде.

Организация работы над ВКР бакалавра, её методическое обеспечение, контроль соответствия содержания установленным требованиям осуществляет выпускающая кафедра во взаимодействии с другими профилирующими кафедрами ВГТУ.

Уровень знаний бакалавра оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При успешном прохождении итоговой государственной аттестации выпускнику присваивается квалификация (степень) бакалавра и специальное звание «бакалавр-инженер».

#### **14.2 Компетенции выпускника, формируемые в результате подготовки к защите выпускной квалификационной работы**

В результате подготовки к защите выпускной квалификационной работы по программе бакалавриата выпускник должен обладать следующими компетенциями:

ОК-10	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и экспериментального исследования;
ПК-1	способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов;
ПК-2	готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики;
ПК-3	способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований;
ПК-4	способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов;
ПКВ-1	способность владеть современными методами моделирования и проектирования приборов и устройств микро- и нанoeлектроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования;
ПКВ-2	готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования в производстве приборов и устройств микро- и нанoeлектроники.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	5
1.1 Используемые определения и сокращения .....	5
1.2 Используемые нормативные документы .....	6
1.3 Обоснование выбора направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» программы «Инженерные нанотехнологии в приборостроении» .....	6
<b>2 ЦЕЛИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	7
<b>3 ОБЛАСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	7
<b>4 ОБЪЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	7
<b>5 ВИДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	8
<b>6 ПРОФИЛЬ И ДОМИНИРУЮЩИЙ ВИД ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ     ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	8
<b>7 ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	8
<b>8 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> ..	9
8.1 Общекультурные компетенции (ОК), которыми должен обладать выпускник.....	9
8.2 Общепрофессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник .....	9
8.3 Профессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник .....	10
8.4. Профессиональные компетенции, устанавливаемые вузом .....	10
<b>9 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АБИТУРИЕНТУ</b> .....	10
<b>10 УЧЕБНЫЙ ПЛАН</b> .....	10
<b>11 АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН</b> .....	16
<b>12 РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПОП ВО</b> .....	86
12.1 Кадровый потенциал.....	86
12.2 Учебно-методическое обеспечение .....	87
12.3 Информационное и материально-техническое обеспечение .....	87
<b>13 ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ВУЗА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ     ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ (СОЦИАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ) КОМПЕТЕНЦИЙ     ВЫПУСКНИКОВ</b> .....	90
<b>14 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ     ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА</b> .....	91
14.1 Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы .....	91
14.2 Компетенции выпускника, формируемые в результате подготовки к защите выпускной квалификационной работы .....	93

# СОГЛАСОВАНИЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
 профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

**Основание:** создание условий для максимального приближения образовательной программы к будущей профессиональной деятельности выпускников, разработка стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников, оценка содержания организации и качества учебного процесса.

**Предмет согласования:**

Согласование ОПОП с работодателем в связи с возобновлением обучения по направлению подготовки.

**Стороны согласования:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» в лице и. о. ректора КОЛОДЯЖНОГО СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА,

АО «Воронежский завод полупроводниковых приборов – Микрон» в лице первого зам. генерального директора ВОЛКОВА СЕРГЕЯ АНАТОЛЬЕВИЧА.

ФГБОУ ВО «ВГТУ»

394026, г. Воронеж  
 Московский проспект, 14

И.о. ректора

С.А. Колодяжный

« \_\_\_\_ »

2016 г.

АО «ВЗПП-МИКРОН»

394007, г. Воронеж,  
 ул. Ленинский проспект, 119а

Первый зам. генерального  
 директора

В.С. Волков

« \_\_\_\_ »

2016 г.

Ответственный исполнитель: зав. кафедрой ППЭНЭ С.И. Рембеза

Работодатель		Выпускающая кафедра
Должность, ФИО	Замечания, дополнения	Обязательная отметка об устранении замечания
Нач. ОУПТК Шимкин Сергей Петрович Зам. нач цеха №10 Горюшкин Юрий Васильевич	Замечаний, дополнений нет	
	26.12.16 Р.С. дата, подпись	_____ дата, подпись

# СОГЛАСОВАНИЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»

профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

**Основание:** создание условий для максимального приближения образовательной программы к будущей профессиональной деятельности выпускников, разработка стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников, оценка содержания организации и качества учебного процесса.

**Предмет согласования:**

Согласование ОПОП с работодателем в связи с возобновлением обучения по направлению подготовки.

**Стороны согласования:**

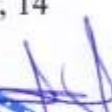
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» в лице и. о. ректора КОЛОДЯЖНОГО СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА,

АО «Воронежский завод полупроводниковых приборов – Сборка» в лице генерального директора РЯЗАНЦЕВА БОРИСА ГЕОРГИЕВИЧА.

ФГБОУ ВО «ВГТУ»  
394026, г. Воронеж  
Московский проспект, 14

АО «ВЗПП-СБОРКА»  
394007, г. Воронеж,  
ул. Ленинский проспект, 119а  
Генеральный директор

И.о. ректора

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.  С.А. Колодяжный

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.  Б.Г. Рязанцев

Ответственный исполнитель, зав. кафедрой ППЭНО СВМ Рембеза

Должность, ФИО	Работодатель Замечания, дополнения	Выпускающая кафедра Обязательная отметка об устранении замечания
_____	_____	_____
дата, подпись	дата, подпись	дата, подпись

## СОГЛАСОВАНИЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»  
профиль «Инженерные нанотехнологии в приборостроении»

**Основание:** создание условий для максимального приближения образовательной программы к будущей профессиональной деятельности выпускников, разработка стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников, оценка содержания организации и качества учебного процесса.

**Предмет согласования:**

Согласование ОПОП с работодателем в связи с возобновлением обучения по направлению подготовки.

**Стороны согласования:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» в лице и. о. ректора КОЛОДЯЖНОГО СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА,

АО «Корпорация НПО «РИФ»» в лице генерального директора ИВАНОВА АЛЕКСАНДРА СЕРГЕЕВИЧА.

ФГБОУ ВО «ВГТУ»  
394026, г. Воронеж  
Московский проспект, 14



И.о. ректора

С.А. Колодяжный  
2016 г.

АО «Корпорация НПО «РИФ»»  
394038, г. Воронеж,  
ул. Дорожная, 17, к. 2  
Генеральный директор



А.С. Иванов

«22» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ответственный исполнитель: зав. кафедрой ППЭНЭ С.И. Рембеза

Работодатель		Выпускающая кафедра
Должность, ФИО	Замечания, дополнения	Обязательная отметка об устранении замечания
<p>г.н. технавт Евдокимов А.Б.</p>	<p>В соответствии с требованиями</p> <p style="text-align: center;">22.10.16 дата, подпись</p>	<p>_____</p> <p style="text-align: center;">дата, подпись</p>