



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор

В.Р.Петренко

(подпись)

12 2015

**ОСНОВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ПРОГРАММА**  
**Образовательная программа высшего образования - бакалавриат**

**направление подготовки**

**28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»**

(код, наименование направления подготовки (специальности))

**Квалификация выпускника**

**бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

**Направленность**

**«Компоненты микро- и наносистемной техники»**

(наименование профиля, магистерской программы, специализации по УП)

**Форма обучения очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

**Срок освоения ООП 4 года**

**Выпускающая кафедра Физики твердого тела**

(наименование выпускающей кафедры)

Воронеж

Программа рассмотрена на заседании МКНП 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Председатель МКНП



Стогней О.В.  
(Ф.И.О.)

Протокол № 12 от 7.12.2015

Заведующий выпускающей кафедры



Калинин Ю.Е.  
(Ф.И.О.)

Протокол № 12 от 07.12.2015

Программа рассмотрена на заседании ученого совета факультета РТЭ

Декан факультета РТЭ



Небольсин В.А.  
(Ф.И.О.)

Протокол № 4 от 18.12.2015

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета ВГТУ



Батаронов И.Л.  
(Ф.И.О.)

Начальник УОПр



Халявина А.В.  
(Ф.И.О.)

Начальник ОКОП



Дорохова О.Н.  
(Ф.И.О.)

ОПОП утверждена на заседании Ученого совета ВГТУ

от 25 декабря 20 15 г. Протокол № 13

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

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

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

## ВВЕДЕНИЕ

Образовательная программа высшего образования (ОПВО) по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) по данному направлению подготовки и используется вузом для подготовки бакалавров техники и технологий, далее бакалавр в части:

- квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ОПВО;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

Представленный вариант ОПВО разработан для бакалаврской программы (профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники»), которая реализуется на кафедре физики твердого тела 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 (з.е.):** мера трудоемкости образовательной программы (1 з.е. = 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;

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

**основная образовательная программа** – 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;

**направленность:** профиль основной образовательной программы на конкретный вид и (или) объект профессиональной деятельности;

**рабочая программа 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;

**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;

**з.е.** – зачетная единица;

**ИФ** – интерактивная форма обучения;

**МКНП** – методическая комиссия выпускающей кафедры ВГТУ по направлению подготовки (специальности);

**ОК** – общекультурные компетенции;

**ОПК** – общепрофессиональные компетенции;

**ПК** – профессиональные компетенции;

**РПД** – рабочая программа дисциплины;

**УП** – учебный план;

**УМО** – учебно-методическое объединение;

**ФГОС ВО** – Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего образования.

## 1.2 Используемые нормативные документы

Нормативной базой ОПВО являются:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры – приказ Министерства Образования и Науки РФ от 19 декабря 2013 года № 1367;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», утвержденный приказом Министерства Образования и Науки РФ от 6 марта 2015 года № 177;
- Устав ВГТУ;
- Нормативные документы ВГТУ, на основании которых организуется образовательный процесс в университете.

### 1.3 Обоснование выбора направления подготовки

В Центрально-черноземном регионе, в том числе в г. Воронеже имеется большое число предприятий электронной и радиотехнической промышленности, машиностроения, авиастроения и приборостроения, которые переходят на выпуск новой наукоемкой продукции, для создания которой необходимы специалисты с глубокими знаниями по различным направлениям укрупненной группы «Автоматика и управление». В частности, по направлению 28.03.01 - «Нанотехнологии и микросистемная техника» на предприятиях региона востребованы специалисты профиля «Компоненты микро- и наносистемной техники». Выпускники профиля «Компоненты микро- и наносистемной техники» необходимы и трудоустраиваются на такие фирмы и учреждения как ОАО «Корпорация Научно-производственное объединение «РИФ», ЗАО «Воронежский завод полупроводниковых приборов (ВЗПП) – Микрон», ФГУП НИИ Электронной техники (НИИЭТ), ЗАО Концерн «Созвездие», Предприятия радиоэлектронного комплекса Борисоглебска, Богучара, Нового Воронежа, Липецка, Белгорода, Тамбова и других городов региона. Многие из выпускников поступают в магистратуру, аспирантуру, защищают кандидатские диссертации и трудоустраиваются как на выше перечисленные предприятия, так и в высшие учебные заведения г. Воронежа.

Подготовку кадров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» и профилю «Компоненты микро и наносистемной техники» ведет коллектив профессорско-преподавательского состава кафедры физики твердого тела, у которой имеется филиал кафедры на ОАО «Корпорация НПО «РИФ». Совместно с испытательным комплексом ОАО Конструкторское бюро «Химавтоматика» кафедрой физики твердого тела организован Учебно-научный центр «Водородная энергетика». Более 20 лет кафедра физики твердого тела Воронежского государственного технического университета активно сотрудничает с ОАО «Корпорация НПО «РИФ» (генеральный директор д.т.н. Иванов А.С.) в подготовке кадров, проведении НИР, ОКР и внедрении разрабатываемой продукции. На базе Корпорации созданы филиал кафедры, функционируют Научно-образовательный центр «Прикладной физики твердого тела» и некоммерческая организация «Центр развития нанотехнологий «ФОНОН», организованная совместно 4 организациями:

1. ОАО Корпорация НПО «РИФ» ,
2. Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН ( п. Черноголовка).
3. ГОУВПО «ВГТУ».
4. Главное управление по промышленности, транспорту, связи и инновациям Воронежской области.

На филиале кафедры проводятся все виды учебной, технологической и преддипломной практик, выполняются лабораторные, курсовые и дипломные работы, студенты получают рабочие профессии и совмещают работу в производственных подразделениях с учебой.

Коллектив располагает необходимым кадровым составом и нужной материально-технической базой, включающей научно-исследовательское оборудование учебно-научных лабораторий и центров кафедры:

- лаборатория наноструктурных материалов,
- лаборатория диэлектриков и сегнетоэлектриков,
- лаборатория аморфных материалов,
- криогенный центр,
- лаборатория электронной микроскопии и электронографии,

а также производственное, исследовательское и технологическое оборудование филиала кафедры.

Профессорско-преподавательский состав кафедры включает 6 профессоров, докторов наук, из них 1 заслуженный деятель науки РФ и 1 заслуженный изобретатель РФ, 9 доцентов, кандидатов наук. Кроме этого к образовательной деятельности привлекаются ведущие работники ОАО Корпорация НПО «РИФ».

Научно-исследовательская деятельность студентов направления подготовки рассматривается как неотъемлемая составляющая процесса обучения бакалавров, магистров и научных кадров высшей квалификации.

В настоящее время научные исследования выполняются в соответствии с перспективным планом научных исследований кафедры физики твердого тела на 2010-2016 гг. В соответствии с этим планом научные исследования проводятся по следующим направлениям:

1. Синтез, структура и физические свойства аморфных и нанокристаллических материалов и гетероструктур
2. Физические явления в сегнетоэластиках.
3. Физические явления в неупорядоченных полярных диэлектриках.
4. Синтез, структура и свойства высокотемпературных сверхпроводников.
5. Термоэлектрические материалы и устройства.
6. Водородная энергетика.
7. Объемные нано- и микроструктурированные материалы функционального и конструкционного назначения.
8. Упрочняющие наноструктурированные покрытия.

Тематика научных исследований кафедры соответствует профилю подготовки «Компоненты микро- и наносистемной техники».

## **2 Требования к результатам освоения основной образовательной программы бакалавриата**

### **2.1 Цели основной образовательной программы**

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

В области обучения общими целями ОПВО 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.

### **2.2 Характеристика профессиональной деятельности бакалавров**

#### **2.2.1 Область профессиональной деятельности**

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на теоретическое и экспериментальное исследование, технологию производства и эксплуатацию материалов, приборов и устройств нано- и микросистемной техники различного функционального назначения, разработку и применение процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики.

#### **2.2.2 Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются материалы и компоненты нано- и микросистемной техники, приборы и устройства на их основе, процессы нанотехнологии и методы нанодиагностики, оборудование процессов синтеза, диагностики и испытания материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

#### **2.2.3 Вид профессиональной деятельности**

Предлагаемая ОПВО предназначена для бакалавров профиля «Компоненты микро- и наносистемной техники», подготовленных к научно-исследовательской профессиональной деятельности.

#### **2.2.4 Профессиональные задачи**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата по научно-исследовательскому виду деятельности, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

проведение экспериментальных исследований по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;

описание проводимых исследований, анализ результатов, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.

## **2.3 Результаты освоения ОПВО**

В результате освоения программы бакалавриата по научно-исследовательскому виду деятельности у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

2.3.1 Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

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

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

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

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

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

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

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

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

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

2.3.2 Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

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

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

способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);

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

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

способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6);

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

способностью использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8);

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

2.3.3 Выпускник, освоивший программу бакалавриата по научно-исследовательскому виду деятельности, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);

готовностью проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);

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

2.3.4 Выпускник, освоивший программу бакалавриата по научно-исследовательскому виду деятельности, должен обладать следующими дополнительными профессиональными компетенциями, принятыми по решению вуза:

готовностью учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности (ПКВ-1);

готовностью использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности (ПКВ-2);

готовностью использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному (ПКВ-3);

готовностью обосновывать применение материалов и компонентов нано- и микросистемной техники в смежных областях научно-технической индустрии, включая биологию и медицину (ПКВ-4);

готовностью аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-5);

готовностью использовать последние научные достижения в области наноэлектроники при разработке изделий нано- и микросистемной техники (ПКВ-6);

готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-7);

готовностью использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-8);

готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-9).

### **3. Требования, предъявляемые к абитуриенту**

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

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО "ВГТУ"  
Факультет радиотехники и электроники

# УЧЕБНЫЙ ПЛАН

подготовки бакалавров

План одобрен Ученым советом вуза  
Протокол № 9 от 24.06.2016

28.03.01

направление "НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА"  
направленность "КОМПОНЕНТЫ МИКРО- И НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ"

Кафедра: Физики твердого тела

Факультет: Радиотехники и электроники

Квалификация: бакалавр

Программа подготовки: академ. бакалавриат

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4г

Виды деятельности

- научно-исследовательская

Год начала подготовки 2016

Образовательный стандарт 177  
06.03.2015

Утверждаю



И.о. ректора

Колодяжный С.А.

2016 г.

## Согласовано

И.о. проректора по учебно-воспитательной работе

Начальник УОПр

декан ФРТЭ

Заведующий кафедрой ФТТ

Председатель методического совета ВГТУ

Ученый секретарь

/ Сафонов С.В./

/ Халявина А.В./

/ Небольсин В.А./

/ Калинин Ю.Е./

/ Батаронов И.Л./

/ Мандрыкин А.В./

## 1. Календарный учебный график

| Мес | Сентябрь |        |         |         |        | Октябрь |         |         |        | Ноябрь |         |         |         | Декабрь |        |         |         | Январь |        |         |         | Февраль |       |        |         | Март   |       |        |         | Апрель  |        |        |         | Май     |        |        |         | Июнь    |         |       |        | Июль    |         |        |        | Август  |         |        |       |         |         |         |   |   |
|-----|----------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|---|---|
|     | 1 · 7    | 8 · 14 | 15 · 21 | 22 · 28 | 29 · 5 | 6 · 12  | 13 · 19 | 20 · 26 | 27 · 2 | 3 · 9  | 10 · 16 | 17 · 23 | 24 · 30 | 1 · 7   | 8 · 14 | 15 · 21 | 22 · 28 | 29 · 4 | 5 · 11 | 12 · 18 | 19 · 25 | 26 · 1  | 2 · 8 | 9 · 15 | 16 · 22 | 23 · 1 | 2 · 8 | 9 · 15 | 16 · 22 | 23 · 29 | 30 · 5 | 6 · 12 | 13 · 19 | 20 · 26 | 27 · 3 | 4 · 10 | 11 · 17 | 18 · 24 | 25 · 31 | 1 · 7 | 8 · 14 | 15 · 21 | 22 · 28 | 29 · 5 | 6 · 12 | 13 · 19 | 20 · 26 | 27 · 2 | 3 · 9 | 10 · 16 | 17 · 23 | 24 · 31 |   |   |
|     | 1        | 2      | 3       | 4       | 5      | 6       | 7       | 8       | 9      | 10     | 11      | 12      | 13      | 14      | 15     | 16      | 17      | 18     | 19     | 20      | 21      | 22      | 23    | 24     | 25      | 26     | 27    | 28     | 29      | 30      | 31     | 32     | 33      | 34      | 35     | 36     | 37      | 38      | 39      | 40    | 41     | 42      | 43      | 44     | 45     | 46      | 47      | 48     | 49    | 50      | 51      | 52      |   |   |
| I   |          |        |         |         |        |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |         |         |        | Э      | Э       | К       | К       |       |        |         |        |       |        |         |         |        |        |         |         |        |        |         |         | Э       | Э     | У      | У       | У       | У      | К      | К       | К       | К      | К     | К       | К       | К       |   |   |
| II  |          |        |         |         |        |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |         |         |        | Э      | Э       | К       | К       |       |        |         |        |       |        |         |         |        |        |         |         |        |        |         |         | Э       | Э     | П      | П       | К       | К      | К      | К       | К       | К      | К     | К       | К       | К       |   |   |
| III |          |        |         |         |        |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |         |         |        | Э      | Э       | К       | К       |       |        |         |        |       |        |         |         |        |        |         |         |        |        |         |         | Э       | Э     | П      | П       | К       | К      | К      | К       | К       | К      | К     | К       | К       | К       | К |   |
| IV  |          |        |         |         |        |         |         |         |        |        |         |         |         |         |        |         |         |        | Э      | Э       | К       | К       |       |        |         |        |       |        |         |         |        |        |         |         | Э      | Э      | П       | П       | П       | П     | Д      | Д       | Д       | Д      | К      | К       | К       | К      | К     | К       | К       | К       | К | К |

## 2. Сводные данные

|           |                                   | Курс 1 |        |       | Курс 2 |        |       | Курс 3 |        |       | Курс 4 |        |       | Итого |
|-----------|-----------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
|           |                                   | сем. 1 | сем. 2 | Всего | сем. 1 | сем. 2 | Всего | сем. 1 | сем. 2 | Всего | сем. 1 | сем. 2 | Всего |       |
|           | Теоретическое обучение            | 18     | 18     | 36    | 18     | 18     | 36    | 18     | 18     | 36    | 18     | 12     | 30    | 138   |
| Э         | Экзаменационные сессии            | 2      | 2      | 4     | 2      | 2      | 4     | 2      | 2      | 4     | 2      | 2      | 4     | 16    |
| У         | Учебная практика                  |        | 4      | 4     |        |        |       |        |        |       |        |        |       | 4     |
| П         | Производственная практика         |        |        |       |        | 2      | 2     |        | 2      | 2     |        | 4      | 4     | 8     |
| Д         | Выпускная квалификационная работа |        |        |       |        |        |       |        |        |       |        | 4      | 4     | 4     |
| К         | Каникулы                          | 2      | 6      | 8     | 2      | 8      | 10    | 2      | 8      | 10    | 2      | 8      | 10    | 38    |
| Итого     |                                   | 22     | 30     | 52    | 22     | 30     | 52    | 22     | 30     | 52    | 22     | 30     | 52    | 208   |
| Студентов |                                   |        |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |       |
| Групп     |                                   |        |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |       |

| Индекс      | Наименование                                                                          | Формы контроля |        |                  |                 | Всего часов |          |                               |        |     |      |      |          | ЗЕТ | Распределение по курсам и семестрам |        |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           |           |        |     |     | Итого часов в интерактивной форме | Зачислен на кафедру |       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------------------|-----------------|-------------|----------|-------------------------------|--------|-----|------|------|----------|-----|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|-----|-----|-----------------------------------|---------------------|-------|
|             |                                                                                       | Экзамены       | Зачеты | Зачеты с оценкой | Курсовые работы | По ЗЕТ      | По плану | в том числе                   |        |     |      |      |          |     | Всего                               | Курс 1 |           |           |       | Курс 2    |           |       |           | Курс 3    |       |           |           | Курс 4 |     |     |                                   |                     |       |
|             |                                                                                       |                |        |                  |                 |             |          | Контакт. раб. (по учеб. зан.) | из них |     |      | СРС  | Контроль |     |                                     | Всего  | тр 1 [18] | тр 2 [18] | Всего | тр 3 [18] | тр 4 [18] | Всего | тр 5 [18] | тр 6 [18] | Всего | тр 7 [18] | тр 8 [18] |        |     |     |                                   |                     |       |
|             |                                                                                       |                |        |                  |                 |             |          |                               | Лек    | Лаб | Пр   |      |          |     |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           |           | Часов  | ЗЕТ | ЗЕТ |                                   |                     | Часов |
|             | Итого                                                                                 | 23             | 16     | 14               | 8               | 8968        | 8968     | 3226                          | 1404   | 378 | 1444 | 4050 | 828      | 240 | 2272                                | 27     | 33        | 2268      | 28    | 32        | 2268      | 29    | 31        | 1944      | 28    | 32        | 537       |        |     |     |                                   |                     |       |
|             | Итого по ООП (без факультативов)                                                      | 23             | 16     | 14               | 8               | 8968        | 8968     | 3226                          | 1404   | 378 | 1444 | 4050 | 828      | 240 | 2272                                | 27     | 33        | 2268      | 28    | 32        | 2268      | 29    | 31        | 1944      | 28    | 32        | 537       |        |     |     |                                   |                     |       |
|             | B=52% B=48% ДВ(от B)=33%                                                              |                |        |                  |                 |             |          | 40%                           | 44%    | 12% | 45%  | 50%  | 10%      |     |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           |           |        |     |     |                                   |                     |       |
|             | Итого по блоку Б1                                                                     | 23             | 16     | 14               | 8               | 8104        | 8104     | 3226                          | 1404   | 378 | 1444 | 4050 | 828      | 216 | 2056                                | 27     | 27        | 2160      | 28    | 29        | 2160      | 29    | 28        | 1728      | 28    | 20        | 537       |        |     |     |                                   |                     |       |
|             | B=52% B=48% ДВ(от B)=33%                                                              |                |        |                  |                 |             |          | 40%                           | 44%    | 12% | 45%  | 50%  | 10%      |     |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           |           |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1          | Дисциплины (модули)                                                                   | 23             | 16     | 14               | 8               | 8104        | 8104     | 3226                          | 1404   | 378 | 1444 | 4050 | 828      | 216 | 2056                                | 27     | 27        | 2160      | 28    | 29        | 2160      | 29    | 28        | 1728      | 28    | 20        | 537       |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б        | Базовая часть                                                                         | 12             | 8      | 8                | 3               | 4068        | 4068     | 1590                          | 684    | 198 | 708  | 2046 | 432      | 113 | 1620                                | 27     | 18        | 1260      | 19    | 16        | 180       | 5     |           | 1008      | 18    | 10        | 366       |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.1      | Иностранный язык                                                                      |                | 1-3    | 4                |                 | 288         | 288      | 72                            |        |     | 72   | 216  |          | 8   | 144                                 | 2      | 2         | 144       | 2     | 2         |           |       |           |           |       |           | 72        | 1      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.2      | История                                                                               | 1              |        |                  |                 | 180         | 180      | 36                            | 18     |     | 18   | 108  | 36       | 5   | 180                                 | 5      |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           | 18        | 2      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.3      | Математика                                                                            | 2              |        | 1                | 2               | 396         | 396      | 162                           | 72     |     | 90   | 198  | 36       | 11  | 396                                 | 4.5    | 6.5       |           |       |           |           |       |           |           |       |           | 72        | 7      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.4      | Физика                                                                                | 2              |        | 1                |                 | 432         | 432      | 216                           | 72     | 72  | 72   | 180  | 36       | 12  | 432                                 | 5.5    | 6.5       |           |       |           |           |       |           |           |       |           | 60        | 9      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.5      | Химия                                                                                 | 1              |        |                  |                 | 180         | 180      | 72                            | 36     | 18  | 18   | 72   | 36       | 5   | 180                                 | 5      |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           | 24        | 45     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.6      | Инженерная и компьютерная графика                                                     | 1              |        |                  |                 | 180         | 180      | 72                            | 36     |     | 36   | 72   | 36       | 5   | 180                                 | 5      |           |           |       |           |           |       |           |           |       |           | 18        | 20     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.7      | Русский язык и культура речи                                                          |                | 2      |                  |                 | 108         | 108      | 36                            | 18     |     | 18   | 72   |          | 3   | 108                                 |        | 3         |           |       |           |           |       |           |           |       |           |           | 1      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.8      | Философия                                                                             |                | 3      |                  |                 | 108         | 108      | 36                            | 18     |     | 18   | 72   |          | 3   |                                     |        |           | 108       | 3     |           |           |       |           |           |       |           | 18        | 4      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.9      | Электротехника                                                                        | 3              |        |                  | 3               | 180         | 180      | 72                            | 36     | 18  | 18   | 72   | 36       | 5   |                                     |        |           | 180       | 5     |           |           |       |           |           |       |           |           | 31     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.10     | Прикладная механика                                                                   | 3              |        |                  |                 | 180         | 180      | 54                            | 36     |     | 18   | 90   | 36       | 5   |                                     |        |           | 180       | 5     |           |           |       |           |           |       |           | 9         | 16     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.11     | Метрология, стандартизация и технические измерения                                    | 4              |        |                  |                 | 180         | 180      | 54                            | 18     | 18  | 18   | 90   | 36       | 5   |                                     |        |           | 180       |       | 5         |           |       |           |           |       |           |           | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.12     | Физика конденсированного состояния                                                    | 4              |        | 3                |                 | 324         | 324      | 144                           | 72     | 36  | 36   | 144  | 36       | 9   |                                     |        |           | 324       | 4     | 5         |           |       |           |           |       |           | 15        | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.13     | Физическая культура                                                                   |                | 45     |                  |                 | 72          | 72       | 72                            |        |     | 72   |      |          | 2   |                                     |        |           | 36        |       | 1         | 36        | 1     |           |           |       |           |           | 21     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.14     | Информационные технологии                                                             |                | 4      |                  |                 | 108         | 108      | 36                            | 18     |     | 18   | 72   |          | 3   |                                     |        |           | 108       |       | 3         |           |       |           |           |       |           |           | 7      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.15     | Физические основы микро- и наносистемной техники                                      |                |        | 5                |                 | 144         | 144      | 72                            | 36     |     | 36   | 72   |          | 4   |                                     |        |           |           |       |           | 144       | 4     |           |           |       |           | 18        | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.16     | Экономика и организация производства                                                  | 7              |        |                  |                 | 180         | 180      | 72                            | 18     |     | 54   | 72   | 36       | 5   |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           | 180       | 5     |           | 18        | 15     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.17     | Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем                   | 7              |        |                  |                 | 180         | 180      | 72                            | 36     | 18  | 18   | 72   | 36       | 5   |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           | 180       | 5     |           | 15        | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.18     | Безопасность жизнедеятельности                                                        |                |        | 7                |                 | 144         | 144      | 36                            | 18     | 18  |      | 108  |          | 4   |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           | 144       | 4     |           |           | 11     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.19     | Моделирование и проектирование микро- и наносистем                                    |                |        | 8                |                 | 144         | 144      | 48                            | 24     |     | 24   | 96   |          | 4   |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           | 144       |       | 4         |           | 43     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.Б.20     | Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники | 8              |        | 7                | 7               | 360         | 360      | 156                           | 102    |     | 54   | 168  | 36       | 10  |                                     |        |           |           |       |           |           |       |           | 360       | 4     | 6         | 9         | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В        | Вариативная часть                                                                     | 11             | 8      | 6                | 5               | 4036        | 4036     | 1636                          | 720    | 180 | 736  | 2004 | 396      | 103 | 436                                 |        | 9         | 900       | 9     | 13        | 1980      | 24    | 28        | 720       | 10    | 10        | 171       |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД     | Обязательные дисциплины                                                               | 6              | 3      | 5                | 4               | 2484        | 2484     | 870                           | 486    | 126 | 258  | 1398 | 216      | 69  |                                     |        |           | 576       | 9     | 7         | 1548      | 21    | 22        | 360       | 5     | 5         | 84        |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД.1   | Спецглавы физики                                                                      | 3              |        |                  |                 | 180         | 180      | 72                            | 36     | 18  | 18   | 72   | 36       | 5   |                                     |        |           | 180       | 5     |           |           |       |           |           |       |           |           | 9      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД.2   | Спецглавы математики                                                                  |                |        | 34               |                 | 288         | 288      | 108                           | 72     | 18  | 18   | 180  |          | 8   |                                     |        |           | 288       | 4     | 4         |           |       |           |           |       |           | 18        | 7      |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД.3   | Теоретическая физика                                                                  | 1              | 2      |                  |                 | 396         | 396      | 144                           | 90     |     | 54   | 216  | 36       | 11  |                                     |        |           | 108       |       | 3         | 288       | 5     | 3         |           |       |           |           |        |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД.3.1 | Электродинамика                                                                       |                | 4      |                  |                 | 108         | 108      | 36                            | 18     |     | 18   | 72   |          | 3   |                                     |        |           | 108       |       | 3         |           |       |           |           |       |           |           | 30     |     |     |                                   |                     |       |
| Б1.В.ОД.3.2 | Квантовая механика                                                                    | 5              |        |                  |                 | 180         | 180      | 54                            | 36     |     | 18   | 90   | 36       | 5   |                                     |        |           |           |       |           | 180       | 5     |           |           |       |           |           |        | 30  |     |                                   |                     |       |

| Индекс     | Наименование                                          | Формы контроля |                          |                               |        | Всего часов |          |               |          |       |       |           | ЗЕТ                                 | Распределение по курсам и семестрам |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   | Итого часов в интерактивной форме | Закрепленная кафедра |
|------------|-------------------------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|--------|-------------|----------|---------------|----------|-------|-------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
|            |                                                       |                |                          |                               |        | в том числе |          |               |          |       | Факт  | Курс 1    |                                     |                                     | Курс 2    |           |       | Курс 3    |           |       | Курс 4    |           |     |       |                                   |                                   |                      |
|            |                                                       | По ЗЕТ         | По плану                 | Контакт. раб. (по учеб. зан.) | из них |             |          | СРС           | Контроль | Всего |       | тр 1 [18] | тр 2 [18]                           | Всего                               | тр 3 [18] | тр 4 [18] | Всего | тр 5 [18] | тр 6 [18] | Всего | тр 7 [18] | тр 8 [18] |     |       |                                   |                                   |                      |
|            |                                                       |                |                          |                               | Лек    | Лаб         | Пр       |               |          |       | Часов |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           | ЗЕТ | ЗЕТ   | Часов                             | ЗЕТ                               |                      |
| Б1.В.ОД3.3 | Статистическая физика                                 |                | 6                        |                               |        | 108         | 108      | 54            | 36       |       | 18    | 54        |                                     | 3                                   |           |           |       |           |           | 108   |           | 3         |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД4   | Политология, социология, правоведение                 |                | 5                        |                               |        | 144         | 144      | 36            | 18       |       | 18    | 108       |                                     | 4                                   |           |           |       |           |           | 144   | 4         |           |     |       |                                   |                                   | 2                    |
| Б1.В.ОД5   | Основы магнетизма                                     | 5              |                          |                               | 5      | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   |           |           |       |           |           | 216   | 6         |           |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД6   | Твердотельная микро- и нанoeлектроника                | 5              |                          |                               | 5      | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   |           |           |       |           |           | 216   | 6         |           |     |       | 24                                |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД7   | Технология производства микро и наносистемной техники | 6              |                          |                               | 6      | 252         | 252      | 90            | 54       |       | 36    | 126       | 36                                  | 7                                   |           |           |       |           |           | 252   |           | 7         |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД8   | Физика наносистем                                     |                |                          | 6                             |        | 180         | 180      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       |                                     | 5                                   |           |           |       |           |           | 180   |           | 5         |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД9   | Физика и технология тонких пленок                     | 6              |                          |                               |        | 252         | 252      | 72            | 36       | 18    | 18    | 144       | 36                                  | 7                                   |           |           |       |           |           | 252   |           | 7         |     |       | 24                                |                                   | 30                   |
| Б1.В.ОД10  | Химия наноматериалов и полимерные наносистемы         |                |                          | 7                             |        | 180         | 180      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       |                                     | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 | 5     |                                   |                                   | 45                   |
| Б1.В.ОД11  | Конструирование микро и наносистем                    |                |                          | 8                             | 8      | 180         | 180      | 60            | 36       |       | 24    | 120       |                                     | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 |       | 5                                 | 18                                | 43                   |
| Б1.В.ДВ    | Дисциплины по выбору                                  | 5              | 5                        | 1                             | 1      | 1552        | 1552     | 766           | 234      | 54    | 478   | 606       | 180                                 | 34                                  | 436       |           | 9     | 324       |           | 6     | 432       | 3         | 6   | 360   | 5                                 | 5                                 | 87                   |
|            | Элективные курсы по физической культуре               |                | 1-36                     |                               |        | 328         | 328      | 328           |          |       | 328   |           |                                     |                                     | 112       |           |       | 108       |           |       | 108       |           |     |       |                                   |                                   | 21                   |
| Б1.В.ДВ.1  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Концепция современного естествознания                 |                | 2                        |                               |        | 108         | 108      | 54            | 36       |       | 18    | 54        |                                     | 3                                   | 108       |           | 3     |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| 2          | История развития науки и техники                      |                | 2                        |                               |        | 108         | 108      | 54            | 36       |       | 18    | 54        |                                     | 3                                   | 108       |           | 3     |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   | 30                   |
| Б1.В.ДВ.2  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Физическая химия                                      | 2              |                          |                               |        | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   | 216       |           | 6     |           |           |       |           |           |     |       |                                   | 24                                | 45                   |
| 2          | Коллоидная химия                                      | 2              |                          |                               |        | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   | 216       |           | 6     |           |           |       |           |           |     |       |                                   | 24                                | 45                   |
| Б1.В.ДВ.3  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Вакуумная техника                                     | 4              |                          |                               | 4      | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   |           |           |       | 216       |           | 6     |           |           |     |       |                                   | 24                                | 30                   |
| 2          | Криогенное оборудование                               | 4              |                          |                               | 4      | 216         | 216      | 72            | 36       | 18    | 18    | 108       | 36                                  | 6                                   |           |           |       | 216       |           | 6     |           |           |     |       |                                   | 24                                | 30                   |
| Б1.В.ДВ.4  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Кристаллофизика                                       | 6              |                          | 5                             |        | 324         | 324      | 126           | 72       |       | 54    | 162       | 36                                  | 9                                   |           |           |       |           |           | 324   | 3         | 6         |     |       |                                   | 18                                | 22                   |
| 2          | Кристаллография                                       | 6              |                          | 5                             |        | 324         | 324      | 126           | 72       |       | 54    | 162       | 36                                  | 9                                   |           |           |       |           |           | 324   | 3         | 6         |     |       |                                   | 18                                | 22                   |
| Б1.В.ДВ.5  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Перспективные наноструктурные материалы               | 7              |                          |                               |        | 180         | 180      | 54            | 18       | 18    | 18    | 90        | 36                                  | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 | 5     |                                   | 15                                | 30                   |
| 2          | Углеродные наноструктуры                              | 7              |                          |                               |        | 180         | 180      | 54            | 18       | 18    | 18    | 90        | 36                                  | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 | 5     |                                   | 15                                | 30                   |
| Б1.В.ДВ.6  |                                                       |                |                          |                               |        |             |          |               |          |       |       |           |                                     |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| 1          | Микрооптика и фотоника                                | 8              |                          |                               |        | 180         | 180      | 60            | 36       |       | 24    | 84        | 36                                  | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 |       | 5                                 | 6                                 | 30                   |
| 2          | Опволоконные технологии                               | 8              |                          |                               |        | 180         | 180      | 60            | 36       |       | 24    | 84        | 36                                  | 5                                   |           |           |       |           |           |       |           |           | 180 |       | 5                                 | 6                                 | 30                   |
| Индекс     | Наименование                                          | Экз            | Зач                      | Зач. с О.                     | КР     | Всего часов |          |               |          |       |       | ЗЕТ       | Распределение по курсам и семестрам |                                     |           |           |       |           |           |       |           |           |     |       | Итого часов в интерактивной форме |                                   |                      |
|            |                                                       |                |                          |                               |        | По ЗЕТ      | По плану | Контакт. раб. | из них   |       |       | СРС       | ЗЕТ                                 | Факт                                | Часов     | ЗЕТ       | ЗЕТ   | Часов     | ЗЕТ       | ЗЕТ   | Часов     | ЗЕТ       | ЗЕТ | Часов |                                   | ЗЕТ                               | ЗЕТ                  |
| Б2         | Практики                                              |                |                          |                               |        | 648         | 648      |               |          |       |       |           |                                     | 18                                  | 216       |           | 6     | 108       |           | 3     | 108       |           | 3   | 216   |                                   | 6                                 |                      |
| Б2.У       | Учебная практика                                      |                |                          |                               |        | 216         | 216      |               |          |       |       |           |                                     | 6                                   | 216       |           | 6     |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| Б2.У.1     | Учебная практика                                      | Вар            | <input type="checkbox"/> |                               | 2      | 216         | 216      |               |          |       |       |           |                                     | 6                                   | 216       |           | 6     |           |           |       |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| Б2.П       | Производственная практика                             |                |                          |                               |        | 432         | 432      |               |          |       |       |           |                                     | 12                                  |           |           |       | 108       |           | 3     | 108       |           | 3   | 216   |                                   | 6                                 |                      |
| Б2.П.1     | Производственная практика                             | Вар            | <input type="checkbox"/> |                               | 4      | 108         | 108      |               |          |       |       |           |                                     | 3                                   |           |           |       | 108       |           | 3     |           |           |     |       |                                   |                                   |                      |
| Б2.П.2     | Производственная практика                             | Вар            | <input type="checkbox"/> |                               | 6      | 108         | 108      |               |          |       |       |           |                                     | 3                                   |           |           |       | 108       |           |       | 108       |           | 3   |       |                                   |                                   |                      |



| №                                   | Индекс                                    | Наименование                          | Семестр 1                     |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Семестр 2            |                        |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   | Итого за курс          |                   |                   |                |                           |     |        |     |     |    | Каф. | Семестры |        |      |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|----|----|----|-----|-----|--------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-----|--------|-----|-----|----|------|----------|--------|------|
|                                     |                                           |                                       | Контроль                      | Часов                |                        |    |    |    |     | СЕТ | Неделя             | Контроль                  | Часов                |                        |                  |                   |                   |                | СЕТ                       | Неделя                | Контроль          | Часов             |                        |                   |                   |                |                           | СЕТ | Неделя |     |     |    |      |          |        |      |
|                                     |                                           |                                       |                               | Всего                | Контакт.р.(по уч.зан.) |    |    |    | СРС |     |                    |                           | Всего                | Контакт.р.(по уч.зан.) |                  |                   |                   | СРС            |                           |                       |                   | Всего             | Контакт.р.(по уч.зан.) |                   |                   |                | СРС                       |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
| ИТОГО                               |                                           |                                       |                               | 1026                 |                        |    |    |    |     |     | 27                 | 20                        |                      | 1246                   |                  |                   |                   |                |                           |                       | 33                | 24                |                        | 2272              |                   |                |                           |     |        |     | 60  | 44 |      |          |        |      |
| ИТОГО по ООП (без факультативов)    |                                           |                                       |                               | 1026                 |                        |    |    |    |     |     | 27                 | 20                        |                      | 1246                   |                  |                   |                   |                |                           |                       | 33                | 24                |                        | 2272              |                   |                |                           |     |        |     | 60  | 44 |      |          |        |      |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)         | ООП, факультативы (в период ТО)           |                                       |                               | 51                   |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 51.3                   |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | 51.2              |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
|                                     | ООП, факультативы (в период экз. сес.)    |                                       |                               | 54                   |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 54                     |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | 54                |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
|                                     | Аудиторная (ООП - физ.к.)(чистое ТО)      |                                       |                               | 21                   |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 21                     |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | 21                |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
|                                     | Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИР |                                       |                               | 21                   |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 21                     |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | 21                |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
|                                     | Аудиторная (физ.к.)                       |                                       |                               | 3                    |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 3.3                    |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | 3.2               |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
| ДИСЦИПЛИНЫ                          |                                           |                                       | (д)<br>(Предельное)<br>(План) | Δ 54<br>1080<br>1026 |                        |    |    |    |     |     | 108<br>108<br>1026 | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>Э: 2 | Δ 50<br>1080<br>1030 | 436<br>162<br>436      | 54<br>220<br>220 | 486<br>108<br>486 | 108<br>108<br>108 | 27<br>27<br>27 | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>Э: 2 | Δ 104<br>2160<br>2056 | 868<br>324<br>868 | 324<br>108<br>324 | 108<br>436<br>108      | 972<br>216<br>972 | 216<br>216<br>216 | 54<br>54<br>54 | ТО: 36<br>ТО*: 36<br>Э: 4 |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
| 1                                   | Б1.Б.1                                    | Иностранный язык                      | Эк                            | 72                   | 18                     |    |    |    | 18  | 54  |                    | 2                         |                      | Эк                     | 72               | 18                |                   |                |                           | 18                    | 54                |                   | 2                      |                   | Эк(2)             | 144            | 36                        |     |        | 36  | 108 |    | 4    |          | 1      | 1234 |
| 2                                   | Б1.Б.2                                    | История                               | Эк                            | 180                  | 36                     | 18 |    |    | 18  | 108 | 36                 | 5                         |                      | Эк                     | 180              | 36                | 18                |                |                           | 18                    | 108               | 36                | 5                      |                   | Эк                | 180            | 36                        | 18  |        | 18  | 108 | 36 | 5    |          | 2      | 1    |
| 3                                   | Б1.Б.3                                    | Математика                            | ЭкО                           | 182                  | 72                     | 36 |    |    | 36  | 90  |                    | 4.5                       |                      | Эк КР                  | 234              | 90                | 36                |                |                           | 54                    | 108               | 36                | 6.5                    |                   | Эк ЭкО КР         | 388            | 162                       | 72  |        | 90  | 198 | 36 | 11   |          | 7      | 12   |
| 4                                   | Б1.Б.4                                    | Физика                                | ЭкО                           | 188                  | 108                    | 36 | 36 |    | 36  | 90  |                    | 5.5                       |                      | Эк                     | 234              | 108               | 36                | 36             |                           | 36                    | 90                | 36                | 6.5                    |                   | Эк ЭкО            | 432            | 216                       | 72  | 72     | 72  | 180 | 36 | 12   |          | 9      | 12   |
| 5                                   | Б1.Б.5                                    | Химия                                 | Эк                            | 180                  | 72                     | 36 | 18 | 18 | 72  | 36  | 5                  |                           |                      |                        |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | Эк                | 180               | 72             | 36                        | 18  | 18     | 72  | 36  | 5  |      | 45       | 1      |      |
| 6                                   | Б1.Б.6                                    | Инженерная и компьютерная графика     | Эк                            | 180                  | 72                     | 36 |    |    | 36  | 72  | 36                 | 5                         |                      |                        |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        | Эк                | 180               | 72             | 36                        |     | 36     | 72  | 36  | 5  |      | 20       | 1      |      |
| 7                                   | Б1.Б.7                                    | Русский язык и культура речи          |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк                   | 108                    | 36               | 18                |                   | 18             | 72                        |                       | 3                 |                   |                        | Эк                | 108               | 36             | 18                        |     | 18     | 72  |     | 3  |      | 1        | 2      |      |
| 8                                   |                                           | Взлетные курсы по физической культуре | Эк                            | 54                   | 54                     |    |    |    | 54  |     |                    |                           | Эк                   | 68                     | 58               |                   |                   | 58             |                           |                       |                   |                   |                        | Эк(2)             | 112               | 112            |                           |     | 112    |     |     |    |      | 21       | 123456 |      |
| 9                                   | Б1.Б.ДВ.1.1                               | Концепция современного естествознания |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк                   | 108                    | 54               | 36                |                   | 18             | 54                        |                       | 3                 |                   |                        | Эк                | 108               | 54             | 36                        |     | 18     | 54  |     | 3  |      | 30       | 2      |      |
| 10                                  | Б1.Б.ДВ.1.2                               | История развития науки и техники      |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк                   | 108                    | 54               | 36                |                   | 18             | 54                        |                       | 3                 |                   |                        | Эк                | 108               | 54             | 36                        |     | 18     | 54  |     | 3  |      | 30       | 2      |      |
| 11                                  | Б1.Б.ДВ.2.1                               | Физическая химия                      |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк                   | 218                    | 72               | 36                | 18                | 18             | 108                       | 36                    | 6                 |                   |                        | Эк                | 218               | 72             | 36                        | 18  | 18     | 108 | 36  | 6  |      | 45       | 2      |      |
| 12                                  | Б1.Б.ДВ.2.2                               | Коллоидная химия                      |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк                   | 218                    | 72               | 36                | 18                | 18             | 108                       | 36                    | 6                 |                   |                        | Эк                | 218               | 72             | 36                        | 18  | 18     | 108 | 36  | 6  |      | 45       | 2      |      |
| ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ         |                                           |                                       | Эк(3) Эк ЭкО(2)               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | Эк(3) Эк(3) КР       |                        |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   | Эк(6) Эк(4) ЭкО(2) КР  |                   |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
| УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА                    |                                           |                                       | (План)                        |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      | 216                    |                  |                   |                   |                |                           | 6                     | 4                 |                   |                        | 216               |                   |                |                           |     |        | 6   | 4   |    |      |          |        |      |
| Учебная практика                    |                                           |                                       |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           | ЭкО                  | 216                    |                  |                   |                   |                |                           | 6                     | 4                 | ЭкО               | 216                    |                   |                   |                |                           |     |        | 6   | 4   |    |      |          | 2      |      |
| ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ |                                           |                                       |                               |                      |                        |    |    |    |     |     |                    |                           |                      |                        |                  |                   |                   |                |                           |                       |                   |                   |                        |                   |                   |                |                           |     |        |     |     |    |      |          |        |      |
| КАНИКУЛЫ                            |                                           |                                       |                               |                      |                        |    |    |    |     |     | 2                  |                           |                      |                        |                  |                   |                   |                |                           | 6                     |                   |                   |                        |                   |                   |                |                           |     |        | 8   |     |    |      |          |        |      |

| №                                   | Индекс                                    | Наименование                                       | Семестр 3                     |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Семестр 4            |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           | Итого за курс           |       |                        |     |      |     |        |     |           |                           | Каф.   | Семестры |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|-------|------------------------|-----|----|-----|-----|-----|--------|---------------------------|----------------------|-------|------------------------|----|-----|-----|-----|--------|----------|---------------------------|-------------------------|-------|------------------------|-----|------|-----|--------|-----|-----------|---------------------------|--------|----------|
|                                     |                                           |                                                    | Контроль                      | Часов |                        |     |    |     |     | СЕТ | Неделя | Контроль                  | Часов                |       |                        |    |     |     | СЕТ | Неделя | Контроль | Часов                     |                         |       |                        |     |      | СЕТ | Неделя |     |           |                           |        |          |
|                                     |                                           |                                                    |                               | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |    |     | СРС |     |        |                           | Контр.опа            | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |    |     |     |     |        |          | СРС                       | Контр.опа               | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |      |     |        | СРС | Контр.опа |                           |        |          |
| ИТОГО                               |                                           |                                                    |                               | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 28     | 20                        |                      | 1188  |                        |    |     |     |     |        | 32       | 22                        |                         | 2268  |                        |     |      |     |        |     | 60        | 42                        |        |          |
| ИТОГО по ООП (без факультативов)    |                                           |                                                    |                               | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 28     | 20                        |                      | 1188  |                        |    |     |     |     |        | 32       | 22                        |                         | 2268  |                        |     |      |     |        |     | 60        | 42                        |        |          |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)         | ООП, факультативы (в период ТО)           |                                                    |                               | 54    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      | 54    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         | 54    |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
|                                     | ООП, факультативы (в период экз. сесс.)   |                                                    |                               | 54    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      | 54    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         | 54    |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
|                                     | Аудиторная (ООП - физ.к.)(чистое ТО)      |                                                    |                               | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         | 21    |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
|                                     | Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИР |                                                    |                               | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         | 21    |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
|                                     | Аудиторная (физ.к.)                       |                                                    |                               | 4     |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      | 2     |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         | 3     |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
| ДИСЦИПЛИНЫ                          |                                           |                                                    | (Д)<br>(Предельное)<br>(План) | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 108    | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>Э: 2 |                      | 1080  |                        |    |     |     |     |        | 108      | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>Э: 2 |                         | 2160  |                        |     |      |     |        |     | 216       | ТО: 36<br>ТО*: 36<br>Э: 4 |        |          |
|                                     |                                           |                                                    |                               | 1080  | 450                    | 198 | 54 | 198 | 522 | 108 | 28     |                           | 1080                 | 414   | 162                    | 72 | 180 | 558 | 108 | 29     |          | 2160                      | 864                     | 360   | 126                    | 378 | 1080 | 216 | 57     |     |           |                           |        |          |
| 1                                   | Б1.Б.1                                    | Иностранный язык                                   | Эк                            | 72    | 18                     |     |    | 18  | 54  |     | 2      |                           | Эк                   | 72    | 18                     |    | 18  | 54  |     | 2      |          | Эк Эк                     | 144                     | 36    |                        |     | 36   | 108 |        | 4   |           | 1                         | 1234   |          |
| 2                                   | Б1.Б.8                                    | Философия                                          | Эк                            | 108   | 36                     | 18  |    | 18  | 72  |     | 3      |                           |                      |       |                        |    |     |     |     |        |          | Эк                        | 108                     | 36    | 18                     |     | 18   | 72  |        | 3   |           | 4                         | 3      |          |
| 3                                   | Б1.Б.9                                    | Электротехника                                     | Эк КР                         | 180   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 72  | 36  | 5      |                           |                      |       |                        |    |     |     |     |        |          | Эк КР                     | 180                     | 72    | 36                     | 18  | 18   | 72  | 36     | 5   |           | 31                        | 3      |          |
| 4                                   | Б1.Б.10                                   | Прикладная механика                                | Эк                            | 180   | 54                     | 36  |    | 18  | 90  | 36  | 5      |                           |                      |       |                        |    |     |     |     |        |          | Эк                        | 180                     | 54    | 36                     |     | 18   | 90  | 36     | 5   |           | 16                        | 3      |          |
| 5                                   | Б1.Б.11                                   | Метрология, стандартизация и технические измерения |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 180   | 54                     | 18 | 18  | 90  | 36  | 5      |          | Эк                        | 180                     | 54    | 18                     | 18  | 18   | 90  | 36     | 5   |           | 30                        | 4      |          |
| 6                                   | Б1.Б.12                                   | Физика конденсированного состояния                 | Эк                            | 144   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 72  |     | 4      |                           | Эк                   | 180   | 72                     | 36 | 18  | 18  | 72  | 36     | 5        |                           | Эк Эк                   | 324   | 144                    | 72  | 36   | 36  | 144    | 36  | 9         |                           | 30     | 34       |
| 7                                   | Б1.Б.13                                   | Бизнесовая культура                                |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 98    | 36                     |    |     | 36  |     | 1      |          | Эк                        | 98                      | 36    |                        |     | 36   |     |        | 1   |           | 21                        | 45     |          |
| 8                                   | Б1.Б.14                                   | Информационные технологии                          |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 108   | 36                     | 18 |     | 18  | 72  | 3      |          | Эк                        | 108                     | 36    | 18                     |     | 18   | 72  |        | 3   |           | 7                         | 4      |          |
| 9                                   | Б1.Б.ОД.1                                 | Специализация физики                               | Эк                            | 180   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 72  | 36  | 5      |                           |                      |       |                        |    |     |     |     |        |          | Эк                        | 180                     | 72    | 36                     | 18  | 18   | 72  | 36     | 5   |           | 9                         | 3      |          |
| 10                                  | Б1.Б.ОД.2                                 | Специализация математики                           | Эк                            | 144   | 54                     | 36  |    | 18  | 90  |     | 4      |                           | Эк                   | 144   | 54                     | 36 | 18  |     | 90  |        | 4        |                           | Эк(Э)                   | 288   | 108                    | 72  | 18   | 18  | 180    |     | 8         |                           | 7      | 34       |
| 11                                  | Б1.Б.ОД.3                                 | Теоретическая физика                               |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 108   | 36                     | 18 |     | 18  | 72  | 3      |          | Эк                        | 108                     | 36    | 18                     |     | 18   | 72  |        | 3   |           |                           | 456    |          |
| 12                                  | Б1.Б.ОД.3.1                               | Электродинамика                                    |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 108   | 36                     | 18 |     | 18  | 72  | 3      |          | Эк                        | 108                     | 36    | 18                     |     | 18   | 72  |        | 3   |           | 30                        | 4      |          |
| 13                                  |                                           | Векторные курсы по физической культуре             | Эк                            | 72    | 72                     |     |    |     | 72  |     |        |                           |                      | 98    | 36                     |    |     | 36  |     |        |          | Эк                        | 108                     | 108   |                        |     | 108  |     |        |     |           | 21                        | 123456 |          |
| 14                                  | Б1.Б.ДВ.3.1                               | Вакуумная техника                                  |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк КР                | 218   | 72                     | 36 | 18  | 18  | 108 | 36     | 6        |                           | Эк КР                   | 218   | 72                     | 36  | 18   | 18  | 108    | 36  | 6         |                           | 30     | 4        |
| 15                                  | Б1.Б.ДВ.3.2                               | Криогенное оборудование                            |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк КР                | 218   | 72                     | 36 | 18  | 18  | 108 | 36     | 6        |                           | Эк КР                   | 218   | 72                     | 36  | 18   | 18  | 108    | 36  | 6         |                           | 30     | 4        |
| ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ         |                                           |                                                    | Эк(3) Эк(2) Эк(2) КР          |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк(3) Эк(3) Эк(2) КР |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           | Эк(6) Эк(5) Эк(4) КР(2) |       |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
| ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА           |                                           |                                                    | (План)                        |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | 108                  |       |                        |    |     |     | 3   | 2      |          | 108                       |                         |       |                        |     |      | 3   | 2      |     |           |                           |        |          |
| Производственная практика           |                                           |                                                    |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк                   | 108   |                        |    |     |     | 3   | 2      |          | Эк                        | 108                     |       |                        |     |      | 3   | 2      |     |           | 4                         |        |          |
| ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ |                                           |                                                    |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                      |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                         |       |                        |     |      |     |        |     |           |                           |        |          |
| КАНИКУЛЫ                            |                                           |                                                    |                               |       |                        |     |    |     |     |     | 2      |                           |                      |       |                        |    |     |     |     | 8      |          |                           |                         |       |                        |     |      |     |        | 10  |           |                           |        |          |

| №                                   | Индекс      | Наименование                                             | Семестр 5                     |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Семестр 6       |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           | Итого за курс            |       |                        |     |      |     |        |    |          |                           | Каф. | Семестры |
|-------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|------------------------|-----|----|-----|-----|-----|--------|---------------------------|-----------------|-------|------------------------|----|-----|-----|-----|--------|----------|---------------------------|--------------------------|-------|------------------------|-----|------|-----|--------|----|----------|---------------------------|------|----------|
|                                     |             |                                                          | Контроль                      | Часов |                        |     |    |     |     | ЗЕТ | Неделя | Контроль                  | Часов           |       |                        |    |     |     | ЗЕТ | Неделя | Контроль | Часов                     |                          |       |                        |     |      | ЗЕТ | Неделя |    |          |                           |      |          |
|                                     |             |                                                          |                               | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |    |     | ОП  |     |        |                           | Контр.оп        | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |    |     |     |     |        |          | ОП                        | Контр.оп                 | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |      |     |        | ОП | Контр.оп |                           |      |          |
| ИТОГО                               |             |                                                          |                               | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 29     | 20                        |                 | 1188  |                        |    |     |     |     |        | 31       | 22                        |                          | 2268  |                        |     |      |     |        |    | 60       | 42                        |      |          |
| ИТОГО по ООП (без факультативов)    |             |                                                          |                               | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 29     |                           |                 | 1188  |                        |    |     |     |     |        | 31       |                           |                          | 2268  |                        |     |      |     |        |    | 60       |                           |      |          |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)         |             | ООП, факультативы (в период ТО)                          |                               | 54    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 | 54    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          | 54    |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
|                                     |             | ООП, факультативы (в период экз. сесс.)                  |                               | 54    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 | 54    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          | 54    |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
|                                     |             | Аудиторная (ООП - физ.к.)(чистое ТО)                     |                               | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          | 21    |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
|                                     |             | Ауд. (ООП - физ.к.) с распр. практ. и НИР                |                               | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          | 21    |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
|                                     |             | Аудиторная (физ.к.)                                      |                               | 2     |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 | 4     |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          | 3     |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
| ДИСЦИПЛИНЫ                          |             |                                                          | (А)<br>(Предельное)<br>(План) | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 108    | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>З: 2 |                 | 1080  |                        |    |     |     |     |        | 108      | ТО: 18<br>ТО*: 18<br>З: 2 |                          | 2160  |                        |     |      |     |        |    | 216      | ТО: 36<br>ТО*: 36<br>З: 4 |      |          |
|                                     |             |                                                          |                               | 1080  | 414                    | 180 | 36 | 198 | 558 | 108 | 29     |                           | 1080            | 450   | 216                    | 36 | 198 | 522 | 108 | 28     |          | 2160                      | 864                      | 396   | 72                     | 396 | 1080 | 216 | 57     |    |          |                           |      |          |
| 1                                   | Б1.Б.13     | Физическая культура                                      | Зк                            | 36    | 36                     |     |    | 36  |     |     | 1      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | Зк     | 36       | 36                        |                          |       | 36                     |     |      | 1   |        |    | 21       | 45                        |      |          |
| 2                                   | Б1.Б.15     | Физические основы микро- и наномеханической техники      | ЗкО                           | 144   | 72                     | 36  |    | 36  | 72  |     | 4      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | ЗкО    | 144      | 72                        | 36                       |       | 36                     | 72  |      | 4   |        |    | 30       | 5                         |      |          |
| 3                                   | Б1.В.ОД.3   | Теоретическая физика                                     | Зк                            | 180   | 54                     | 36  |    | 18  | 90  | 36  | 5      |                           | Зк              | 108   | 54                     | 36 |     | 18  | 54  |        | 3        |                           | Зк Зк                    | 288   | 108                    | 72  |      | 36  | 144    | 36 | 8        |                           | 456  |          |
| 4                                   | Б1.В.ОД.3.2 | Квантовая механика                                       | Зк                            | 180   | 54                     | 36  |    | 18  | 90  | 36  | 5      |                           | Зк              | 180   | 54                     | 36 |     | 18  | 90  | 36     | 5        |                           | Зк                       | 180   | 54                     | 36  |      | 18  | 90     | 36 | 5        |                           | 30   | 5        |
| 5                                   | Б1.В.ОД.3.3 | Статистическая физика                                    | Зк                            | 180   | 54                     | 36  |    | 18  | 90  | 36  | 5      |                           | Зк              | 108   | 54                     | 36 |     | 18  | 54  |        | 3        |                           | Зк                       | 108   | 54                     | 36  |      | 18  | 54     |    | 3        |                           | 30   | 6        |
| 6                                   | Б1.В.ОД.4   | Политология, социология, правоведение                    | Зк                            | 144   | 36                     | 18  |    | 18  | 108 |     | 4      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | Зк     | 144      | 36                        | 18                       |       | 18                     | 108 |      | 4   |        |    | 2        | 5                         |      |          |
| 7                                   | Б1.В.ОД.5   | Основы нанотехнологий                                    | Зк КР                         | 216   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 108 | 36  | 6      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | Зк КР  | 216      | 72                        | 36                       | 18    | 18                     | 108 | 36   | 6   |        |    | 30       | 5                         |      |          |
| 8                                   | Б1.В.ОД.6   | Технологическая микро- и наномеханика                    | Зк КР                         | 216   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 108 | 36  | 6      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | Зк КР  | 216      | 72                        | 36                       | 18    | 18                     | 108 | 36   | 6   |        |    | 30       | 5                         |      |          |
| 9                                   | Б1.В.ОД.7   | Технология производства микро и наномеханической техники |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Зк КР           | 262   | 90                     | 54 |     | 36  | 126 | 36     | 7        |                           | Зк КР                    | 262   | 90                     | 54  |      | 36  | 126    | 36 | 7        |                           | 30   | 6        |
| 10                                  | Б1.В.ОД.8   | Физика наномеханики                                      | ЗкО                           | 180   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 108 |     | 5      |                           | ЗкО             | 180   | 72                     | 36 | 18  | 18  | 108 |        | 5        |                           | ЗкО                      | 180   | 72                     | 36  | 18   | 18  | 108    |    | 5        |                           | 30   | 6        |
| 11                                  | Б1.В.ОД.9   | Физика и технология тонких пленок                        | Зк                            | 262   | 72                     | 36  | 18 | 18  | 144 | 36  | 7      |                           | Зк              | 262   | 72                     | 36 | 18  | 18  | 144 | 36     | 7        |                           | Зк                       | 262   | 72                     | 36  | 18   | 18  | 144    | 36 | 7        |                           | 30   | 6        |
| 12                                  |             | Внеклассные курсы по физической культуре                 |                               | 36    | 36                     |     |    | 36  |     |     |        | Зк                        | 72              | 72    |                        |    | 72  |     |     |        |          | Зк                        | 108                      | 108   |                        | 108 |      |     |        |    | 21       | 123456                    |      |          |
| 13                                  | Б1.В.ДВ.4.1 | Кристаллофизика                                          | ЗкО                           | 108   | 36                     | 18  |    | 18  | 72  |     | 3      |                           | Зк              | 216   | 90                     | 54 |     | 36  | 90  | 36     | 6        |                           | Зк ЗкО                   | 324   | 126                    | 72  |      | 54  | 162    | 36 | 9        |                           | 22   | 56       |
| 14                                  | Б1.В.ДВ.4.2 | Кристаллография                                          | ЗкО                           | 108   | 36                     | 18  |    | 18  | 72  |     | 3      |                           | Зк              | 216   | 90                     | 54 |     | 36  | 90  | 36     | 6        |                           | Зк ЗкО                   | 324   | 126                    | 72  |      | 54  | 162    | 36 | 9        |                           | 22   | 56       |
| ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ         |             |                                                          | Эк(3) Зк(2) ЗкО(2) КР(2)      |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | Эк(3) Зк ЗкО КР |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           | Эк(6) Зк(3) ЗкО(3) КР(3) |       |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
| ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА           |             |                                                          | (План)                        |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           | 108             |       |                        |    |     |     | 3   | 2      |          | 108                       |                          |       |                        |     |      | 3   | 2      |    |          |                           |      |          |
| Производственная практика           |             |                                                          |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        | ЗкО                       | 108             |       |                        |    |     |     | 3   | 2      |          | ЗкО                       | 108                      |       |                        |     |      | 3   | 2      |    |          | 6                         |      |          |
| ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ |             |                                                          |                               |       |                        |     |    |     |     |     |        |                           |                 |       |                        |    |     |     |     |        |          |                           |                          |       |                        |     |      |     |        |    |          |                           |      |          |
| КАНИКУЛЫ                            |             |                                                          |                               |       |                        |     |    |     |     |     | 2      |                           |                 |       |                        |    |     |     |     | 8      |          |                           |                          |       |                        |     |      |     |        | 10 |          |                           |      |          |

| №                                   | Индекс                                    | Наименование                                                                          | Семестр 7        |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Семестр 8        |       |                        |    |     |     |     |        |          |            | Итого за курс       |       |                        |     |     |     |        |     |            |         | Каф. | Семестры |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|------------------------|-----|----|-----|-----|-----|--------|----------|------------------|-------|------------------------|----|-----|-----|-----|--------|----------|------------|---------------------|-------|------------------------|-----|-----|-----|--------|-----|------------|---------|------|----------|
|                                     |                                           |                                                                                       | Контроль         | Часов |                        |     |    |     |     | СЕТ | Неделя | Контроль | Часов            |       |                        |    |     |     | СЕТ | Неделя | Контроль | Часов      |                     |       |                        |     |     | СЕТ | Неделя |     |            |         |      |          |
|                                     |                                           |                                                                                       |                  | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |    |     | СРС |     |        |          | Контр.опт.       | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |    |     |     |     |        |          | СРС        | Контр.опт.          | Всего | Контакт.р.(по уч.зан.) |     |     |     |        | СРС | Контр.опт. |         |      |          |
| ИТОГО                               |                                           |                                                                                       |                  | 1008  |                        |     |    |     |     |     | 28     | 20       |                  | 936   |                        |    |     |     |     |        | 32       | 22         |                     | 1944  |                        |     |     |     |        |     | 60         | 42      |      |          |
| ИТОГО по ООП (без факультативов)    |                                           |                                                                                       |                  | 1008  |                        |     |    |     |     |     | 28     | 20       |                  | 936   |                        |    |     |     |     |        | 32       | 22         |                     | 1944  |                        |     |     |     |        |     | 60         | 42      |      |          |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)         | ООП, факультативы (в период ТО)           |                                                                                       |                  | 50    |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  | 54    |                        |    |     |     |     |        |          |            |                     | 52    |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
|                                     | ООП, факультативы (в период экз. сес.)    |                                                                                       |                  | 54    |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  | 36    |                        |    |     |     |     |        |          |            |                     | 45    |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
|                                     | Аудиторная (ООП - физ.к.)(чистое ТО)      |                                                                                       |                  | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |            |                     | 21    |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
|                                     | Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИР |                                                                                       |                  | 21    |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  | 21    |                        |    |     |     |     |        |          |            |                     | 21    |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
|                                     | Аудиторная (физ.к.)                       |                                                                                       |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  |       |                        |    |     |     |     |        |          |            |                     |       |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
| ДИСЦИПЛИНЫ                          |                                           |                                                                                       | (Д)              | Δ 72  |                        |     |    |     |     |     |        | ТО: 18   |                  | Δ 36  |                        |    |     |     |     |        | Δ 36     | ТО: 12     |                     | Δ 108 |                        |     |     |     |        |     | Δ 36       | ТО: 30  |      |          |
|                                     |                                           |                                                                                       | (Предельное)     | 1080  |                        |     |    |     |     |     | 108    | ТО*: 18  |                  | 756   |                        |    |     |     |     |        | 108      | ТО*: 12    |                     | 1836  |                        |     |     |     |        |     | 216        | ТО*: 30 |      |          |
|                                     |                                           |                                                                                       | (План)           | 1008  | 378                    | 180 | 72 | 126 | 522 | 108 | 28     |          | 720              | 252   | 144                    |    | 108 | 396 | 72  | 20     |          | 1728       | 630                 | 324   | 72                     | 234 | 918 | 180 | 48     |     |            |         |      |          |
| 1                                   | Б1.Б.16                                   | Экономика и организация производства                                                  | Экз              | 180   | 72                     | 18  |    |     | 54  | 72  | 36     | 5        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Экз      | 180        | 72                  | 18    |                        |     | 54  | 72  | 36     | 5   |            | 15      | 7    |          |
| 2                                   | Б1.Б.17                                   | Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем                   | Экз              | 180   | 72                     | 36  | 18 | 18  |     | 72  | 36     | 5        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Экз      | 180        | 72                  | 36    | 18                     | 18  |     | 72  | 36     | 5   |            | 30      | 7    |          |
| 3                                   | Б1.Б.18                                   | Безопасность жизнедеятельности                                                        | Зач              | 144   | 36                     | 18  | 18 |     |     | 108 |        | 4        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Зач      | 144        | 36                  | 18    | 18                     |     |     | 108 |        | 4   |            | 11      | 7    |          |
| 4                                   | Б1.Б.19                                   | Моделирование и проектирование микро- и наносистем                                    |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Зач              | 144   | 48                     | 24 |     | 24  | 96  |        | 4        | Зач        | 144                 | 48    | 24                     |     | 24  | 96  |        | 4   |            | 43      | 8    |          |
| 5                                   | Б1.Б.20                                   | Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники | Зач КР           | 144   | 72                     | 54  |    |     | 18  | 72  |        | 4        | Экз              | 216   | 84                     | 48 |     | 36  | 96  | 36     | 6        | Экз Зач КР | 380                 | 156   | 102                    |     | 54  | 168 | 36     | 10  |            | 30      | 78   |          |
| 6                                   | Б1.Б.ОД.10                                | Учение наноматериалов и полимерные наносистемы                                        | Зач              | 180   | 72                     | 36  | 18 | 18  |     | 108 |        | 5        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Зач      | 180        | 72                  | 36    | 18                     | 18  |     | 108 |        | 5   |            | 45      | 7    |          |
| 7                                   | Б1.Б.ОД.11                                | Конструирование микро и наносистем                                                    |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Зач КР           | 180   | 60                     | 36 |     | 24  | 120 |        | 5        | Зач КР     | 180                 | 60    | 36                     |     | 24  | 120 |        | 5   |            | 43      | 8    |          |
| 8                                   | Б1.Б.ДВ.5.1                               | Перспективные наноструктурные материалы                                               | Экз              | 180   | 54                     | 18  | 18 | 18  |     | 90  | 36     | 5        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Экз      | 180        | 54                  | 18    | 18                     | 18  |     | 90  | 36     | 5   |            | 30      | 7    |          |
| 9                                   | Б1.Б.ДВ.5.2                               | Углеродные наноструктуры                                                              | Экз              | 180   | 54                     | 18  | 18 | 18  |     | 90  | 36     | 5        |                  |       |                        |    |     |     |     |        | Экз      | 180        | 54                  | 18    | 18                     | 18  |     | 90  | 36     | 5   |            | 30      | 7    |          |
| 10                                  | Б1.Б.ДВ.6.1                               | Микрооптика и фотоника                                                                |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Экз              | 180   | 60                     | 36 |     | 24  | 84  | 36     | 5        | Экз        | 180                 | 60    | 36                     |     | 24  | 84  | 36     | 5   |            | 30      | 8    |          |
| 11                                  | Б1.Б.ДВ.6.2                               | Оптомеханические технологии                                                           |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Экз              | 180   | 60                     | 36 |     | 24  | 84  | 36     | 5        | Экз        | 180                 | 60    | 36                     |     | 24  | 84  | 36     | 5   |            | 30      | 8    |          |
| ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ         |                                           |                                                                                       | Экз(3) Зач(3) КР |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Экз(2) Зач(2) КР |       |                        |    |     |     |     |        |          |            | Экз(5) Зач(5) КР(2) |       |                        |     |     |     |        |     |            |         |      |          |
| ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА           |                                           |                                                                                       | (План)           |       |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  | 216   |                        |    |     |     | 6   | 4      |          |            | 216                 |       |                        |     |     | 6   | 4      |     |            |         |      |          |
| Преддипломная практика              |                                           |                                                                                       |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          | Зач              | 216   |                        |    |     |     | 6   | 4      |          | Зач        | 216                 |       |                        |     |     | 6   | 4      |     |            | 8       |      |          |
| ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ |                                           |                                                                                       |                  |       |                        |     |    |     |     |     |        |          |                  |       |                        |    |     |     | 6   | 4      |          |            |                     |       |                        |     | 6   | 4   |        |     |            |         |      |          |
| КАНИКУЛЫ                            |                                           |                                                                                       |                  |       |                        |     |    |     |     |     | 2      |          |                  |       |                        |    |     |     |     | 8      |          |            |                     |       |                        |     |     | 10  |        |     |            |         |      |          |



## **4. АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН ОПВО**

### **4.1 АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН БАЗОВОЙ ЧАСТИ**

#### **4.1.1 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.1 «Иностранный язык»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 8 з.е. (288 час).

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Приобретение коммуникативной компетенции, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в современном информационном поле и владеть элементарными навыками межкультурной профессиональной коммуникации; повышение уровня культуры, общего образования и кругозора будущего специалиста. Для достижения указанной цели в рамках дисциплины ставятся следующие задачи: формирование и совершенствование навыков чтения и понимания оригинальной литературы на иностранном языке по избранной специальности; - системное повторение грамматического материала с функциональной направленностью объяснения и иллюстрацией грамматических явлений лексикой по широкому профилю факультета; - выработка у студентов приёмов и навыков аннотирования, реферирования и перевода текстов по специальности; - ознакомление студентов с современной научной терминологией на иностранном языке и формирование базовых навыков говорения и аудирования на основе изученного материала; - воспитание уважения к духовным ценностям разных стран и народов; - развитие умения самостоятельно совершенствовать знания по иностранному языку.

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

Лексика.

Грамматика.

Чтение.

Говорение.

Аудирование.

Письменная речь.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

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

основы грамматики и лексики изучаемого языка, в том числе лексический минимум в объеме не менее 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера; современную иностранную терминологию в

сфере своей специальности; назначение и принцип использования важнейших лингвистических справочных материалов; необходимость профессионального развития и повышения своей квалификации.

**уметь:**

использовать знание иностранного языка в профессиональной деятельности и межличностном общении; читать и понимать литературу по специальности со словарём; извлекать общую информацию из иноязычных источников без словаря; использовать справочный материал и различные типы словарей для работы с иноязычным материалом; записывать информацию на иностранном языке; элементарно объясняться в профессиональной ситуации; понимать элементарную иностранную речь, использовать знание иностранного языка в профессиональной деятельности и межличностном общении.

**владеть:**

иностранным языком в объеме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников; навыками чтения и перевода литературы на иностранном языке по специальности; навыками говорения и аудирования на иностранном языке в сфере профессиональной коммуникации; навыками правильной организации самостоятельной работы с иноязычными источниками информации.

**Виды учебной работы:** практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

#### **4.1.2 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.2 «История»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 час).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью дисциплины является изучение важнейших процессов общественно-политического развития России с древнейших времен до наших дней на фоне истории мировой цивилизации. Задачами дисциплины являются определение места России в мировой цивилизации; - изучение исторического пути Российского государства, познание и характеристика всех его сторон, явлений, событий и фактов; - определение роли выдающихся исторических деятелей, их влияния на ход российской истории; - выработка у студентов основ логического мышления и навыков причинно-следственного анализа исторического процесса; - формирование у студентов научного мировоззрения; - помощь студентам в выработке объективной позиции по вопросам, касающимся ценностного отношения к историческому прошлому.

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

Великое переселение народов. Происхождение славян. Восточные славяне в IV-IX вв. Образование Древнерусского государства. Норманнская теория. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Принятие христианства. Эволюция восточнославянской государственности в XI-XII вв. Формирование русского централизованного государства. Экономические, политические факторы и их влияние на объединение русских земель. Роль московских князей в объединении. Русь и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого Российского государства. Возвышение Москвы. Политика Ивана III, Василия III, Ивана IV. Предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма. Особенности экономического, политического и культурного развития России на рубеже XVII-XVIII вв. Преобразовательная деятельность Петра I и ее результаты. Политика «просвещенного абсолютизма» в России. Структура феодального землевладения. Крепостное право в России. Особенности развития России в первой половине XIX в. Отечественная война 1812 г. Промышленная революция в России: общее и особенное. Общественная мысль и общественные движения России в XIX веке. Буржуазные реформы 60-70-х гг. XIX века. Роль XX столетия в мировой истории. Россия в начале XX века. Революция 1905-1907 гг. Столыпинские реформы. Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса. Февраль 1917 г. Октябрьские события 1917 г. Второй Всероссийский съезд Советов и установление Советской власти по всей стране. Первые социально-экономические и политические преобразования в советской России. Социально-экономическое развитие страны в 1920-е гг. Переход к НЭПу и его первые результаты.

Образование СССР. Социально-экономические и культурные преобразования в 1930-е гг. Создание общества «государственного социализма». СССР накануне и в начальный период Второй мировой войны. Великая Отечественная война. Мобилизация сил страны на разгром врага. Социально-экономическое развитие, общественно-политическая, культура СССР в послевоенный период (1946-1953). Приход к власти Н.С. Хрущева. Десталинизация как начало демократизации советского общества. Научно-техническая политика СССР в условиях НТР. Экономика, социальная сфера, наука и культура в конце 50-х – первой половине 60-х гг. Система «коллективного руководства» Л.И. Брежнева и нарастание кризисных явлений в партийно-государственной системе. Экономическая реформа 1965 г. Непоследовательность ее осуществления и усиление командно-административных методов в экономической политике 1970-х гг. Перестройка в СССР. М.С. Горбачев и поворот в развитии страны. Гласность как элемент демократизации советского режима. Экономические реформы, их последствия, усиление кризисных явлений в стране в конце 1980-х гг. Распад СССР, образование СНГ. Становление новой российской государственности. Россия и мир в условиях перехода к постиндустриальной цивилизации. Новые явления в экономической, социальной и политической жизни.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-2 | способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

основные закономерности исторического процесса, этапы исторического развития России; место и роль России в истории человечества и в современном мире: события и процессы Отечественной истории; специфику исторических закономерностей; базовые ценности Отечественной истории и культуры; основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук.

#### **уметь:**

анализировать и оценивать социальную информацию; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа; определять свою гражданскую позицию; логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; теоретически обобщать факты, выявлять проблемы, причинно-следственные связи, закономерности и главные тенденции развития исторического процесса; использовать сравнительно-исторический и хронологический методы, а также применять методы исторического анализа к решению конкретных естественнонаучных и гуманитарных проблем.

**Владеть:**

- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики различного рода рассуждений; навыками критического восприятия информации; навыками анализа исторических фактов и использования исторических знаний для прогнозирования современной социально-экономической и политической ситуации; навыками всесторонней и объективной оценки исторических событий и процессов; основными методами работы с историческими источниками.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

### **4.1.3 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.3 «Математика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 11 з.е. (396 часов).

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Дисциплина «Математика» представляет собой фундамент физико-математического образования студента направления «Нанотехнологии и микросистемная техника». Основные цели, на достижение которых направлена данная программа, состоят в том, чтобы, во-первых, сообщить студентам определенную сумму математических знаний, необходимых при изучении других учебных дисциплин и в дальнейшей профессиональной деятельности; во-вторых, привить студентам навыки использования изученного математического аппарата в стандартных ситуациях и, в-третьих, воспитать математическую культуру, уровень которой должен обеспечить способность самостоятельно приобретать нужные математические знания путем чтения математической и специальной литературы.

#### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.3 «Математика» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Дисциплина опирается на базовое общее образование и изучается на протяжении первых двух семестров. В свою очередь, математика обеспечивает базовый уровень изучения материала дисциплины Б1.Б.4 «Физика», дисциплин вариативного цикла Б1.В.ОД.4-ОД.8, в том числе дисциплин по выбору студента, используется во всех видах практик, подготовке к выпускной квалификационной работе и итоговой государственной аттестации.

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

Элементы теории множеств и высшей алгебры Аналитическая геометрия и основы линейной алгебры. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функций одной действительной переменной. Интегральное исчисление функций одной действительной переменной. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Кратные интегралы. Векторный анализ и элементы теории поля. Основные понятия теории дифференциальных уравнений. Элементы теории вероятностей. Элементы дискретной математики и математической логики.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

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

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

– основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики (ОПК-1);

– дифференциальное и интегральное исчисления, векторный анализ и элементы теории поля, дифференциальные уравнения (ОПК-2);

**уметь:**

– воспринимать математические методы и анализировать с их помощью различные прикладные задачи (ОПК-2);;

– применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач (ОПК-2);

**владеть:**

– культурой математического мышления, обобщения и восприятия информации (ОПК-1);

– навыками применения математических методов в профессиональной деятельности; (ОПК-2);

– методами решения алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, математической логики (ОПК-2).

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

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой и экзаменом (два экзамена в каждом семестре).

#### **4.1.4 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.4 «Физика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 12 з.е. (432 часа).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целями изучения дисциплины «Физика» являются:

- ознакомление студентов с современной физической картиной мира, с основными концепциями, моделями, теориями, описывающими поведение объектов в микро-, макро- и мегамире, с состоянием переднего края физической науки;
- приобретение навыков экспериментального исследования физических процессов, освоение методов получения и обработки эмпирической информации;
- изучение теоретических методов анализа физических явлений, расчетных процедур и алгоритмов, наиболее широко применяемых в физике.

##### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.4 «Физика» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микро-системная техника».

Дисциплина изучается в первом и втором семестрах. В процессе ее изучения используются базовые знания студентов, полученные ими в школе и при изучении дисциплины «Математика». В свою очередь, «Физика» обеспечивает базовый уровень изучения материала дисциплин Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.9 «Электротехника», Б1.Б.10 «Прикладная механика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники», Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники», дисциплин вариативной части циклов, используется во всех видах практик, при подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

*Физические основы механики:* понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, основы релятивистской механики, принцип относительности в механике, кинематика и динамика твердого тела, жидкостей и газов;

*Электричество и магнетизм:* электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме, материальные уравнения, квазистационарные токи, принцип относительности в электродинамике;

*Физика колебаний и волн:* гармонический и ангармонический осциллятор, физический смысл спектрального разложения, кинематика волновых процессов, нормальные моды, интерференция и дифракция волн, элементы Фурье-оптики;

*Квантовая физика:* корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности, квантовые состояния, принцип суперпозиции, квантовые уравнения движения, операторы физических величин, атомная физика, физика ядра и элементарных частиц;

### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                         |

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

- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики твердого тела, жидкостей и газов, в том числе релятивистской механики (ОПК-1);

- теории колебаний и волн, включая интерференцию и дифракцию волн, спектральное разложение (ОПК-1);

- статистическую физику и термодинамику с элементами молекулярно-кинетической теории, свойствами статистических ансамблей, элементами термодинамики открытых систем, свойствами газов, жидкостей и кристаллов, тенденции их развития; законы электричества и магнетизма, включая электромагнитную теорию Максвелла и основы оптики (ОПК-1);

- элементы атомной физики и физики ядра (ОПК-1);

- физический аналитический и исследовательский практикум (ОПК-5);

- отечественный и зарубежный опыт в области физики (ОПК-1);

- лабораторный практикум (ОПК-5);

- технику безопасности при проведении лабораторного практикума (ОПК-5);

#### **уметь:**

- самостоятельно изучать отдельные разделы физики (ОПК-1);

- применять физические законы для решения практических задач (ОПК-1);

- учитывать современные тенденции развития физики в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- самостоятельно осваивать и применять аналитическое оборудование при проведении лабораторных работ (ОПК-2);
- приобретать научно-техническую информацию в области новых направлений физики (ОПК-2);
- уметь использовать вычислительную технику при обработке результатов лабораторных работ (ОПК-5);
- использовать информационные технологии при написании рефератов и разработке новых лабораторных работ (ОПК-5);

**владеть:**

- навыками практического применения законов физики (ОПК-1);
- навыками самостоятельной работы и стремлением к повышению своей квалификации (ОПК-1);
- основными элементами экспериментальных и теоретических методов физических исследований (ОПК-5);
- навыками самостоятельного освоения современных тенденций развития физики в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- навыками освоения и применения аналитического оборудования при проведении лабораторных работ (ОПК-5);
- научно-технической информацией в области новых направлений физики (ОПК-1);
- навыками использования вычислительной техники при проведении автоматизированных и обработке результатов экспериментальных лабораторных работ, при оценке их результатов (ОПК-5);
- информационными технологиями при написании рефератов и разработке новых лабораторных работ (ОПК-5).

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой и экзаменом (два экзамена в каждом семестре).

#### **4.1.5 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.5 «Химия»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Химия, являясь неотъемлемой частью естествознания, составляет вместе с физикой фундамент современного высшего научно-технического образования. Целью курса «Химия» для бакалавров направления «Нанотехнологии и микросистемная техника» является развитие мировоззрения студентов, расширение их общеобразовательного и естественнонаучного кругозора, создание фундамента знаний для уяснения основных принципов технологии получения практически полезных материалов с заданными свойствами.

##### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.5 «Химия» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Дисциплина изучается в первом семестре и опирается на знания, полученные в средней школе. В свою очередь, химия обеспечивает базовый уровень изучения материала дисциплин Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники», дисциплин вариативной части, а также проведение практик, подготовку выпускной квалификационной работы и итоговую государственную аттестацию.

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

Химические системы.

Химическая термодинамика и кинетика.

Реакционная способность веществ.

Химическая идентификация.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

**В результате изучения дисциплины обучаемые должны знать:**

- основные химические понятия и законы (ОПК-1);
- химические системы, химическую кинетику и термодинамику, реактивную способность вещества (ОПК-2);
- химический, физико-химический и физический анализ, основные закономерности протекания химических, электрохимических и физико-химических процессов, практически важных для технологического применения в технической физике (лабораторный практикум) (ОПК-2);

**уметь:**

- анализировать и применять химические законы для решения практических задач (ОПК-1);
- самостоятельно осваивать и применять аналитическое оборудование при проведении лабораторных работ (ОПК-2);
- находить взаимосвязь между положением элементов в периодической системе, положением элемента в ряду напряжений металлов, растворимости кислот, оснований солей в воде и свойствами химических веществ (ОПК-1);

**владеть:**

- навыками практического применения законов химии (ОПК-2);
- методами теоретического исследования химических процессов (ОПК-2);
- навыками проведения химического эксперимента и обработки его результатов, навыками грамотного обращения с химическими реактивами, проведения простейших химических экспериментов и определения некоторых количественных характеристик химических реакций (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

#### **4.1.6 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.6 «Инженерная и компьютерная графика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часов)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов высокой производственной квалификации и культуры труда. Задачей курса является предоставление общей геометрической и графической подготовки, формирующей способность правильно воспринимать, перерабатывать и воспроизводить графическую информацию.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.6 «Инженерная и компьютерная графика» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в первом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплину Б1.Б.3 «Математика».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплин Б1.Б.14 «Информационные технологии», Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

##### **3. Основные дидактические единицы**

Задание точки, прямой, плоскости и многогранников на чертеже; способы преобразования чертежа. Многогранники; кривые линии; поверхности; построение разверток поверхностей; касательные линии и плоскости к поверхности; аксонометрические проекции.

Конструкторская документация; оформление чертежей; элементы геометрии деталей; изображения, надписи, обозначения; аксонометрические проекции изображения и обозначения элементов деталей. Рабочие чертежи деталей. Изображения сборочных единиц; сборочный чертеж изделий.

Инструментальные и программные средства компьютерной инженерной графики, работа с графическими редакторами и пакетами.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 | готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**В результате изучения дисциплины студенты должны  
знать:**

- элементы начертательной геометрии, инженерной графики и геометрического моделирования;
- теоретические основы формирования и построения чертежей рабочей документации;
- программные средства компьютерной графики;

**уметь:**

- анализировать конструктивность и технологические формы изделия для выбора наилучшего варианта последовательности всех действий, необходимых при превращении заготовки в готовую деталь;
- устанавливать расположение составных частей, способы их соединения, точность и другие данные при чтении сборочного чертежа изделия для выполнения сборочных операций, обеспечивающих высокое качество и долговечность;
- применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей;

**владеть:**

- современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, курсовой проект.  
**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.1.7 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.7 «Русский язык и культура речи»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 час).

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Повышение уровня практического владения современным русским литературным языком у специалистов нефилологического профиля – в разных сферах функционирования русского языка; овладение новыми навыками и знаниями в этой области и совершенствование имеющихся знаний; углубление понимания основных характерных свойств русского языка как средства общения и передачи информации; расширение общегуманитарного кругозора, опирающегося на владение богатым коммуникативным, познавательным и эстетическим потенциалом русского языка. Формирование понимания функций и роли русского литературного языка, преодоление узко технократического подхода к профессиональной деятельности.

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

Стили современного русского литературного языка. Языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка. Речевое взаимодействие. Основные единицы общения. Устная и письменная разновидности литературного языка. Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи. Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей. Научный стиль. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Речевые нормы учебной и научной сфер деятельности. Официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие. Языковые формулы официальных документов. Приемы унификации языка служебных документов. Интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи. Язык и стиль распорядительных документов. Язык и стиль коммерческой корреспонденции. Язык и стиль инструктивно-методических документов. Реклама в деловой речи. Правила оформления документов. Речевой этикет в документе. Жанровая дифференциация и отбор языковых средств в публицистическом стиле. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Основные виды аргументов. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи. Основные приемы поиска материала и виды вспомогательных материалов. Словесное оформление публичного выступления. Понятливость, информативность и выразительность публичной речи. Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов. Культура речи. Основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.

## **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-5 | способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия |
| ОК-6 | способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные и культурные различия                                                               |

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

- нормы русского литературного языка (ОК-5);
- грамматику и лексику русского языка (ОК-5);
- принципы употребления различных средств языка в соответствии с целью и ситуацией общения (ОК-5);

**уметь:**

- использовать знания норм русского языка в общении, для чего - анализировать ситуации общения (ОК-5);
- логически верно, аргументировано и ясно излагать свою точку зрения в научной и деловой коммуникации (ОК-5);
- применять теоретические знания в решении конкретных задач взаимодействия в профессиональном общении (ОК-6);

**владеть:**

- нормами русского литературного языка (ОК-5);
- основными навыками создания и редактирования текстов профессионального назначения (ОК-5);
- основными навыками целесообразного коммуникативного поведения в сфере бытовой и профессиональной коммуникации (ОК-6).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.1.8 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.8 «Философия»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 час).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является развитие у студентов интереса к фундаментальным знаниям, стимулирование потребности к философским оценкам исторических событий, усвоения идеи единства мирового и историко-культурного процесса при одновременном признании многообразия его форм. Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию принципов научного поиска, умению применять общенаучные методы исследования в предметной деятельности.

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

Философия, ее предмет, методы и функции. Философия древнего востока. Философия античности. Философия европейского средневековья и возрождения. Философия нового времени и просвещения. Немецкая классическая философия. Возникновение и развитие марксистской философии. Русская философия. Основные течения западной философии конца XIX – XX века. Философское учение о бытии. Материя и сознание. Природа человека и смысл его существования. Учение об обществе (социальная философия). Ценность как способ освоения мира человеком (аксиология). Познание (гносеология). Наука и научное познание. Будущее человечества (философский аспект).

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-1 | способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

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

- основные разделы и направления философии; подходы к решению философских вопросов, сложившиеся в гуманитарных науках; различные методы и приемы философского анализа проблем, научного и философского исследования, способы их использование в профессиональной деятельности; структуру, формы и методы научного познания, их эволюцию; природа философского знания, функции философии, методология философского познания, основные категории философии; сущность, структуру и особенности функционирования общества, механизмы и формы социальных изменений, принципы исторической типологии общества;

##### **уметь:**

- анализировать и оценивать социальную информацию; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа; использовать в профессиональной деятельности знание традиционных и современных проблем философии; логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем; выявлять противоречия существования человека в современном мире; использовать знание о проблемах и противоречиях существования человека в современном мире; оценивать суть и содержание ценностей мировой и российской культуры; выявлять смысл взаимоотношений духовного и телесного, биологического и социального начал в человеке, отношения человека к природе и современных противоречий существования человека в ней;

**владеть:**

- способностью к деловым коммуникациям в профессиональной сфере, способностью работать в коллективе; культурой мышления, способностью в письменной и устной речи правильно и убедительно оформить результаты мыслительной деятельности; приемами и методами устного и письменного изложения базовых философских знаний; методами и приемами логического анализа, самостоятельного философского исследования социально - психологических проблем; методами самостоятельного общефилософского исследования, способностью критического анализа различных философских произведений; навыками проведения компаративного исследования различных направлений современной философской мысли, навыками критического восприятия информации.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.1.9 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.9 «Электротехника»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа).

##### **1. Цели и задачи дисциплины:**

Обеспечение студентов базовыми знаниями современной теории электрических цепей и электромагнитного поля.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.9 «Электротехника» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в третьем семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплину Б1.Б.3 «Математика» и Б1.Б.4 «Физика».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплин Б1.Б.11 «Метрология, стандартизация и технические измерения», Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Основные понятия и законы теоретической электротехники;

Расчет переходных процессов во временной области;

Расчет установившегося синусоидального режима и частотных характеристик трехфазных, индуктивно-связанных цепей;

Операторный и спектральный методы расчета.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 | способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей                                                         |
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности |

##### **В результате изучения дисциплины студенты должны знать:**

- фундаментальные законы, понятия и положения основ теории электрических цепей и электромагнитного поля (ПКВ-2),
- важнейшие свойства и характеристики цепей и поля (ПКВ-2),

- основы расчета переходных процессов, частотных характеристик, периодических режимов, спектров, индуктивно-связанных и трехфазных цепей (ОПК-3);

- методы численного анализа (ОПК-3);

**уметь:**

- рассчитывать линейные пассивные, активные цепи различными методами и определять основные характеристики процессов при стандартных и произвольных воздействиях (ОПК-3);

**владеть:**

- методами анализа цепей постоянных и переменных токов во временной и частотной областях (ОПК-3).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы, курсовая работа.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.1.10 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.10 «Прикладная механика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Цели и задачи изучения курса - получение студентами знаний основных концепций аналитической механики.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.10 «Прикладная механика» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в третьем семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплин Б1.Б.11 «Метрология, стандартизация и технические измерения», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Кинематика и динамика материальной точки, задача двух тел

Движение в неинерциальных системах отсчета

Уравнение движения твердого тела

Теория колебаний

Гамильтонов формализм и метод Гамильтона-Якоби

Механика сплошных сред

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности                                               |

**В результате освоения дисциплины студенты должны**

**знать:**

- типы механических связей (ОПК-1);
- характеристики движения механических систем (ОПК-1);
- особенности механики сплошной среды применительно к физике ансамблей частиц (ОПК-1);
- основы теории механических колебаний (ОПК-1);
- динамику микрообъектов в электромагнитных полях (ОПК-1);

**уметь:**

- определять структуру сил и связей конкретных механических систем (ОПК-2);
- составлять дифференциальные уравнения движения и задавать начальные данные, интегрировать уравнения движения в простейших случаях и определять характеристики движения (ОПК-2, ПКВ-2);

**владеть навыками;**

- решения простых задач движения сплошной среды (в том числе применительно к физике плазмы, физике твердого тела, электронной оптике и физике лазеров) (ПКВ-2).

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**4.1.11 Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Б1.Б.11 «Метрология, стандартизация и технические измерения»**  
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 час).

**1. Цели и задачи дисциплины**

Цель изучения дисциплины состоит в получении студентами основных научно-практических знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации, необходимых для решения задач обеспечения единства измерений и контроля качества продукции (услуг); метрологическому и нормативному обеспечению разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации продукции, планирования и выполнения работ по стандартизации и сертификации продукции и процессов разработки и внедрения систем управления качеством; метрологической и нормативной экспертиз; использования современных информационных технологий при проектировании и применении средств и технологий управления качеством.

**2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.11 «Метрология, стандартизация и технические измерения» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в третьем семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплины Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

**3. Основные дидактические единицы**

Основные понятия и определения современной метрологии.

Погрешности измерений. Обработка результатов измерений. Средства измерений.

Меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные информационные системы.

Методы измерений физических величин. Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин.

Основные положения законодательной метрологии, эталоны, поверочные схемы, государственная метрологическая служба

Стандартизация: цели и задачи, государственная и международные системы стандартизации, категории и виды стандартов

Международная организация по стандартизации (ИСО), государственный контроль и надзор за внедрением и соблюдением стандартов

Сертификация: цели и объекты сертификации

Качество продукции, основы квалитметрии, экспертные методы оценки качества

Системы сертификации, органы сертификации, аккредитация испытательных лабораторий, сертификация услуг.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                                              |
| ОПК-7 | способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности                                |
| ОПК-8 | способность использовать нормативные документы в своей деятельности;                                                                                                                                     |
| ПКВ-8 | готовность использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |

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

- принципы действия технических средств измерений (ПКВ-8),
- основы теории погрешности измерений (ОПК-5),
- правила выбора методов и средств измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей (ПКВ-8),
- основы стандартизации, законодательной и прикладной метрологии (ОПК-8);

**уметь:**

- правильно выбирать и применять средства измерений (ОПК-7),
- организовывать измерительный эксперимент (ПКВ-8),
- обрабатывать и представлять результаты измерений в соответствии с принципами метрологии и действующими нормативными документами (ОПК-8, ОПК-5);

**владеть:**

- навыками самостоятельного пользования стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений и другими обязательными к применению нормативно-техническими документами (ОПК-8).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

#### **4.1.12 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 9 з.е. (324 час).

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

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

### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в четвертом и пятом семестрах. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики», Б1.В.ОД.3.1 «Электродинамика», Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплин Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники», «Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники»,», Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», Б1.В.ОД.8 «Физика наносистем», Б1.В.ОД.6 «Твердотельная микро- и нанoeлектроника», а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Типы конденсированных сред, виды химической связи, симметрия и структура кристаллов, дефекты структуры.

Динамика решетки, фононы. Теплостойкость и теплопроводность.

Элементы статистики частиц. Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах.

Основы зонной теории твердых тел. Классификация конденсированных сред на основе их зонной структуры. Металлы, полупроводники диэлектрики. Свойства диэлектриков.

Кинетические явления в конденсированных средах.

## Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности                                               |

### В результате изучения студент должен

#### знать:

- основные типы конденсированных сред (ОПК-1);
- виды химических связей и их влияние на свойства материалов (ОПК-2);
- основные типы структурных дефектов (ОПК-1);
- особенности классического и квантово-механического описания электронного газа (ОПК-1),
- основы зонной теории твердого тела, классификация материалов (ОПК-1);
- основы статистики равновесных носителей заряда в полупроводниках (ОПК-1);
- неравновесные носители заряда, диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда (ОПК-1);
- основные кинетические явления в конденсированных средах, гальваномагнитные, термо-электрические и термомагнитные явления (ОПК-1);
- методы описания динамики решетки, колебания решетки и их физические проявления, теплоемкость, теплопроводность (ОПК-1);
- оптические свойства конденсированных сред (ОПК-1).

#### уметь:

- определять тип материала по физическим характеристикам (ОПК-2);
- определять значения основных параметров полупроводниковых материалов (ОПК-2);
- осуществлять выбор материалов для получения требуемых физических характеристик (ПКВ-2).

#### владеть:

- навыками использования методов количественной оценки основных характеристик конденсированных сред (ПКВ-2);
- методами теоретических исследований для применения в своей профессиональной деятельности (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой и экзаменом.

#### **4.1.13 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б.13 «Физическая культура»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 2 з.е. (72 час.)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью физического воспитания является содействие подготовке гармонично развитых, высококвалифицированных специалистов. Для достижения данной цели ставятся следующие задачи: воспитание у студентов высоких моральных, волевых и физических качеств, готовности к высокопроизводительному труду; сохранение и укрепление здоровья студентов, содействие правильному формированию и всестороннему развитию организма, поддержание высокой работоспособности на протяжении всего периода обучения; всесторонняя физическая подготовка студентов; профессионально - прикладная физическая подготовка студентов с учётом особенностей их будущей трудовой деятельности; приобретение студентами необходимых знаний по основам теории, методики и организации физического воспитания и спортивной тренировки, подготовка к работе в качестве общественных инструкторов, тренеров и судей; совершенствования спортивного мастерства студентов - спортсменов; воспитание у студентов убеждённости в необходимости регулярно заниматься физической культурой и спортом.

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

Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов, ее социально-биологические основы;

Физическая культура и спорт как социальные феномены общества;

Законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорте;

Физическая культура личности; основы здорового образа жизни студента;

Особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности;

Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания; спорт;

Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений;

Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов;

Основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию                                                                                       |
| ОК-8 | способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |

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

основные понятия и термины, закономерности, теории, принципы и положения, раскрывающие сущность явлений в физической культуре, объективные связи между ними (ОК-8);

**уметь:**

адаптивно, творчески использовать полученные специальные знания на занятиях по физическому воспитанию для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности (ОК-1);

**владеть:**

системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, а также предметно-операциональному использованию полученных знаний и приобретению практического опыта в занятиях избранным видом спорта или системой физических упражнений (ОК-8).

**Виды учебной работы:** практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.1.14 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.14 «Информационные технологии»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 часов),

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

В рамках курса студенты получают знания и практические навыки в области программирования. Задачами курса являются освоение принципов программного управления современными вычислительными системами, изучение общих методов проектирования программ и типов алгоритмов, освоение основ организации компьютерных сетей и баз данных, изучение структурного и объектно-ориентированного подходов при разработке алгоритмов, изучение и практическое использование методов и средств процедурного языка высокого уровня Турбо Паскаль для создания современных программных продуктов.

#### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.14 «Информационные технологии» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Дисциплина, состоящая из лекций и практических работ, изучается в пятом семестре.

Курс опирается на цикл дисциплин Б1.Б.3 "Математика", а также на знания в области программирования, полученные в средней школе.

Последующие дисциплины, изучаемые в рамках данной ОПП и поддерживаемые данным курсом: Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем», дисциплины вариативной части, все виды практик, подготовка выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Понятие информации. Общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и хранения информации. Технические и программные средства реализации информационных процессов.

Модели решения функциональных и вычислительных задач. Алгоритмизация и программирование. Языки программирования высокого уровня.

Базы данных. Программное обеспечение и технологии программирования. Локальные и глобальные сети ЭВМ

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных |
|       | способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ                                |

|       |                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6 | информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий                   |
| ОПК-7 | способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности |
| ОПК-9 | способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности               |
| ПК-3  | готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций                              |

**В результате изучения дисциплины студенты должны знать:**

- принципы сбора, передачи, хранения и обработки информации, основы защиты информации (ОПК-5, ОПК-6);
- технологию работы на ПК в современных операционных средах (ОПК-9);
- основы алгоритмизации и программирования (ОПК-9);
- языки и технологии программирования (ОПК-9);
- способы создания и работы с базами данных, принципы построения компьютерных сетей (ОПК-6);

**уметь:**

- составлять и редактировать программы на языке Турбо Паскаль (ОПК-7);
- проектировать программы и типы алгоритмов (ОПК-9);
- работать с простыми базами данных (ПК-3);

**владеть:**

- методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств (ОПК-9).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, курсовая работа.  
**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.1.15 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 з.е. (144 часа).

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области методов формирования и физических принципов функционирования компонентов микро- и наносистемной техники.

#### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в пятом и шестом семестрах. Курс опирается на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика», Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники», Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

#### **3. Основные дидактические единицы**

Базовые структуры и компоненты и принципы их функционирования.

Виды нагрузок.

Эффекты масштабирования.

Электромеханические преобразователи.

Конструкции и технологии элементов “поверхностной” и “объемной” микромеханики.

Микромеханические, термоэлектрические, оптические сенсоры, химические и биологические сенсоры.

Микроакселерометры, микрогироскопы. Актюаторы. Микромеханические приводы движения. Аналитические микро- и наносистемы.

Методы проектирования нано- и микросистем.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному                                       |
| ПКВ-5 | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |

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

- основные понятия и термины микро- и наносистемной техники (ПКВ-2, ПКВ-3);
- принцип работы микроэлектрорадиомеханических и оптоэлектромеханических компонент микросистемной техники (ПКВ-2);
- классификацию основных компонент микросистемной техники и основные направления использования компонент микросистемной техники (ПКВ-2, ПКВ-3);

**уметь:**

- классифицировать и понимать принцип действия компонент микросистемной техники (ПКВ-2, ПКВ-3);
- применять компоненты микро- и наносистемной техники для решения различных задач при различных условиях эксплуатации (ПКВ-5);
- использовать полученные знания по микро- и наносистемной техники ПКВ-2, ПКВ-5);

**владеть:**

- навыками анализа особенностей функционирования компонентов микро и наносистемной техники (ПКВ-3) ;
- навыками расчета основных характеристик компонент микросистемной техники (ПКВ-5);
- навыками теоретического применения аналитических и технологических микросистем (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, курсовая работа.  
**Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.**

#### **4.1.16 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.16 «Экономика и организация производства»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 час).

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Обеспечение экономической подготовки будущих специалистов, позволяющей в практической работе применять знания об экономических категориях, методах экономической оценки затрат и результатов при разработке и изготовлении новой техники, при организации проведения научных исследований, производства и эксплуатации новой техники.

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

Основные фонды и оборотные средства. Кадры предприятия. Оплата труда. Себестоимость, цена, прибыль, рентабельность. Оценка научно-технического уровня новой техники. Методы расчёта экономического эффекта и экономической эффективности. Оценка конкурентоспособности. Организационно-правовые формы предприятия. Основы организационно - производственного процесса. Организация маркетинговой деятельности. Организация ремонта и обслуживания.

### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

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

- принципы, методы организации и управления малыми коллективами основные понятия, экономическое содержание основных экономических категорий; основы экономики и организации производств, систем управления предприятиями; основы внедрения и коммерциализации результатов исследований и разработок; основы оценки прогрессивности и рыночной новизны новой техники; основы технико-экономического обоснования проектов; основные понятия, термины и принципы в маркетинговой деятельности; основы трудового законодательства.

### **уметь:**

- работать в коллективе; рассчитывать показатели деятельности предприятия; организовать работу исполнителей; внедрять результаты исследований и разработок на практике; выполнять расчёты по проведению технико-экономического обоснования разработки, производства и эксплуатации новой техники; рассчитывать показатели работы производственных подразделений;

применять современные экономические методы, способствующие повышению эффективности использования привлеченных ресурсов для обеспечения научных исследований и промышленного производства.

**владеть:**

- методами организации и управления малыми коллективами; методами расчёта себестоимости, цены изделия, издержек эксплуатации; методами организации работы коллектива и нормирования труда; методами расчёта научно-технического уровня и экономического эффекта от разработки, производства и эксплуатации новой техники; методами расчёта затрат на проведение модернизации оборудования; методами технико-экономического обоснования проектов; навыками разработки сметной документации.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, курсовая работа.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**4.1.17 Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных**  
**материалов и систем»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 час).

**1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области экспериментальных высоколокальных методов исследования состава, структуры, электрофизических и оптических свойств наноматериалов и наносистем.

**2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в седьмом семестре. Курс опирается на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия», Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика», Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

**3. Основные дидактические единицы**

Современные методы анализа состава, структуры и электрофизических параметров микро- и наносистем. Методы анализа, рассматриваемые в рамках данной дисциплины, включают высоколокальные методы измерения физических параметров структур, растровую электронную микроскопию, атомно-силовую микроскопию, метод зонда Кельвина, туннельную микроскопию, эллипсометрию, ОЖЕ электронную спектроскопию, электронографию, инфракрасную фурье-спектроскопию, обратное рассеяние Резерфорда, ядерно-физические методы. Рассматриваемые методы анализа могут быть использованы, как для анализа традиционных планарных структур, так и для анализа нано-аналитических систем, биочипов и биокластеров, фуллеренов, нанотрубок.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
|      | готовность использовать базовое контрольно-измерительное                                                                         |

|        |                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ -8 | оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

- физические принципы основных экспериментальных высоко-локальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем, условия реализации и границы применения этих методов (ПКВ-8);

- тенденции развития методов характеристики материалов и структур нано и микросистем (ПКВ-8);

**уметь:**

- выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств нано- и микросистем (ПКВ-8);

**владеть:**

- навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия.  
**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.1.18 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 з.е. (144 час.)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является обучение студентов необходимым сведениям по правовым организационным вопросам охраны труда, производственной санитарии и безопасности.

Задачи дисциплины: Научиться устанавливать опасность. Не допустить опасность и ликвидировать угрозу её возникновения. Ликвидировать её последствия с минимальными затратами для экономики и здоровья.

#### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.12 «Безопасность жизнедеятельности» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в восьмом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия», Б1.Б.9 «Электротехника».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

#### **3. Основные дидактические единицы**

Человек и среда обитания.

Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере.

Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Опасности технических систем.

Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем.

Безопасность функционирования производств.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Управление безопасностью жизнедеятельности.

Системы контроля требований безопасности и экологичности.

Профессиональный отбор операторов технических систем.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК- 4 | способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности                                                                          |
| ОК- 9 | готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий |

**В результате изучения дисциплины студенты должны**

**знать:**

- воздействие основных опасных и вредных факторов на человека и их последствия (ОК-9);
- критерии, отечественные и международные стандарты и нормы в области безопасности жизнедеятельности (ОК-4);

**уметь:**

- проводить выбор средств и методов защиты персонала при эксплуатации приборов, устройств и систем (ОК-9);
- оценивать последствия воздействия негативных техногенных факторов на человека и окружающую среду (ОК-9);

**владеть:**

методами обеспечения электро-, пожаро- и взрывобезопасности оценки приборов, устройств и систем на стадии их проектирования (ОК-9);

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

**4.1.19 Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем»**  
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 з.е. (144 час).

**1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области разработки и моделирования изделий нано и микросистемной техники.

**2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в седьмом семестре. Курс опирается на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.14 «Информационные технологии» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

**3. Основные дидактические единицы**

Уровни описания и параметры проектируемых объектов,  
классификация проектных процедур;  
основные методы описания объектов и процессов;  
механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов,  
моделирование микроэлектромеханических систем;  
физико-математические модели базовых компонентов оптических систем;  
физико-математические модели радиоэлектронных компонентов;  
структура систем автоматизированного проектирования, виды обеспечения САПР,  
международная стандартизация в области автоматизации проектирования микросистем.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК -1 | способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ -5 | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:**

- методы формального описания компонентов микро- и наносистем (ПК-1);
- методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем (ПК-1);
- методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем (ПК-1, ПКВ-5);

**уметь:**

- применять методы моделирования с целью эффективной оптимизации свойств материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-1, ПКВ-5);

**владеть:**

- методами численного моделирования и расчета параметров микро- и наносистем (ПК-1, ПКВ-5).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, курсовая работа  
**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

**4.1.20 Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов**  
**и компонентов микроэлектронной техники»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 10 з.е. (360 час).

**1. Цели и задачи дисциплины**

Изучение основных физико-химических законов и методов, являющихся теоретической базой современной микро- и нанотехнологии. Формирование навыков проведения термодинамических и кинетических расчетов технологических процессов.

**2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.Б.20 «Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии» является дисциплиной базовой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в шестом и седьмом семестрах. Курс опирается на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия», Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика», Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», Б1.Б.19 «Моделирование и проектирование микро- и наносистем», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

**3. Основные дидактические единицы**

Общая характеристика технологии материалов nano- и микросистемной техники. Технология получения монокристаллических материалов. Технология получения некристаллических материалов. Технология получения композиционных и керамических материалов. Организация технологических процессов производства материалов nano- и микросистемной техники.

Технологические основы микро- и нанoeлектроники.

Теоретические основы процессов тепло- и массопереноса в сплошных средах. Термическое окисление, диффузионное легирование и ионная имплантация в планарной технологии полупроводниковых ИМС.

Химическое осаждение из газовой фазы в процессах микро- и нанотехнологии.

Кристаллизация из расплавов и растворов-расплавов.

Физико-химические основы ионноплазменных и плазмохимических процессов в микро- и нанотехнологиях.

Методы управления составом и свойствами материалов и структур микро- и нанoeлектроники.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности                                                                                        |
| ПКВ-5 | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ПКВ-6 | готовность использовать последние научные достижения в области нанoeлектроники при разработке изделий нано- и микросистемной техники                                                                                         |
| ПКВ-7 | готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники                                                                   |

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

- типовые технологические процессы получения материалов и структур твёрдотельной микроэлектроники и нанoeлектроники (ПКВ-7);
- математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе микро- и нанотехнологии (ПКВ-2, ПКВ-6);
- фундаментальные основы процессов синтеза, анализа и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-7);

**уметь:**

- применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-5, ПКВ-7);
- применять методы моделирования с целью эффективной оптимизации свойств материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-2, ПКВ-6);

**владеть:**

- методами численного моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе микро- и нанотехнологии (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачётом с оценкой и экзаменом.

## **4.2 АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ (Б1.В)**

### **Обязательные дисциплины (Б1.В.ОД)**

#### **4.2.1 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (**180 часов**).

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целями изучения дисциплины «Спецглавы физики» являются:

- ознакомление студентов с основными концепциями, моделями и теориями, описывающими объекты микро-, макро- и мегамира как термодинамические системы;
- приобретение навыков экспериментального исследования физических процессов, освоение методов получения и обработки эмпирической информации;
- изучение теоретических методов анализа физических явлений, расчетных процедур и алгоритмов, наиболее широко применяемых в физике.

### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Дисциплина изучается в третьем семестре. В процессе ее изучения используются базовые знания студентов, полученные ими в школе и при изучении дисциплины Б1.Б.3 «Математика» и Б1.Б.4 «Физика». В свою очередь, «Спецглавы физики» обеспечивает базовый уровень изучения материала дисциплин Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.9 «Электротехника», Б1.Б.10 «Прикладная механика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники», Б1.Б.19 «Физико-химические основы технологии материалов и компонентов микроэлектронной техники», Б1.Б.17 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», дисциплин вариативной части, используется во всех видах практик, при подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

- *статистическая физика и термодинамика*: три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения, элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовые статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние.

- *элементы атомной физики и физики ядра*.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                         |

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

- статистическую физику и термодинамику с элементами молекулярно-кинетической теории, свойствами статистических ансамблей, элементами термодинамики открытых систем, свойствами газов, жидкостей и кристаллов (ОПК-1);

- простейшие ядерные реакции, понятие ядерного распада и превращений, свойства изотопов (ОПК-1);

**уметь:**

- применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера (ОПК-2);

**владеть:**

- навыками выполнения физических экспериментов и оценки их результатов (ОПК-5).

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные работы, практические занятия

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

#### **4.2.2 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 8 з.е. (288 час).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Формирование у обучающихся знаний о математических законах и отвечающих им методах расчета, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных инженерных задач. Развитие практических навыков решения вычислительных задач с использованием универсальных систем компьютерной математики.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Дисциплина изучается в течении третьего и четвертого семестров и опирается как на базовое общее образование, так и на дисциплину Б1.Б3. «Математика». В свою очередь, дисциплина «Спецглавы математики» обеспечивает базовый уровень изучения материала дисциплины Б1.Б.4 «Физика», дисциплин вариативного цикла Б1.В.ОД.3-ОД.11, в том числе дисциплин по выбору студента, используется во всех видах практик при подготовке к выпускной квалификационной работе и итоговой государственной аттестации.

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

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Ряды. Элементы функционального анализа. Основы гармонического анализа. Операционное исчисление. Основы математического моделирования и численного анализа. Теория вероятностей: случайные величины и случайные векторы. Основы математической статистики.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики                     |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат           |
| ПК-1  | способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий |

**В результате изучения дисциплины студенты должны**

**знать:**

- основные понятия и методы теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики (ОПК-1);
- основы математического моделирования и численных методов (ОПК-2);

**уметь:**

- применять математические методы к решению практических задач, в том числе с использованием универсальных пакетов компьютерной математики (ОПК-2);

**владеть:**

- методами теории вероятностей и математической статистики, функционального и численного анализа, решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОПК-2);
- навыками построения математических моделей для задач, решаемых методами обыкновенных дифференциальных уравнений (ПК-1).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные занятия

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

### **4.2.3 Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **Б1.В.ОД.3 «Теоретическая физика»**

#### **4.2.3.1 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ОД.3.1 «Электродинамика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 часа)

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Цели и задачи изучения курса - получение студентами знаний основных концепций электродинамики.

### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.3.1 «Электродинамика» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в четвертом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплин Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика», Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, при подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Введение

Основные уравнения электродинамики

Электростатика

Магнитостатика

Теория излучения

Электромагнитные волны

Квазистационарное электромагнитное поле

Специальная теория относительности

### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

**В результате изучения дисциплины студенты должны знать:**

- физические законы и математический аппарат (ОПК-1);
- основные уравнения классической электродинамики, законы распространения свободных электромагнитных волн в различных средах, законы излучения и дифракции электромагнитных волн; законы распространения направленных электромагнитных волн, основные типы микроволновых направляющих и колебательных систем (ОПК-1);
- методы анализа электромагнитного поля и основные принципы использования электромагнитных волн и колебаний в микроволновых направляющих и колебательных системах (ОПК-1);

**уметь:**

- применять методы электродинамики в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- применять математический аппарат электродинамики для решения конкретных задач; учитывать тенденции развития электродинамики в своей профессиональной деятельности (ОПК-2);
- применять полученные знания для расчета аналитическими методами электромагнитных полей, параметров и характеристик микроволновых направляющих и колебательных систем (ОПК-2);

**владеть:**

- методами математического аппарата электродинамики; методами компьютерного моделирования электромагнитных полей (ОПК-2);
- принципами оптимального проектирования простейших устройств на основе микроволновых направляющих систем, сведениями о характерных особенностях материалов, используемых при конструировании микроволновых направляющих и колебательных систем (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.2.3.2 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Цели и задачи изучения курса - получение студентами знаний основных концепций квантовой механики.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в пятом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика» (и, в частности, ключевые ее разделы: дифференциальное и интегральное исчисление, линейная алгебра, аналитическая геометрия), Б1.Б.4 «Физика» (особенно ту ее часть, в которой рассказывается об экспериментальном открытии атомной структуры вещества и обнаружении неклассических закономерностей микромира), Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики», Б1.В.ОД.3.1 «Электродинамика», и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении дисциплины, Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика», ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Математический аппарат квантовой механики.

Примеры решений уравнения Шредингера.

Момент импульса в квантовой механике.

Движение частицы в центрально-симметричном поле.

Физические основы квантовой механики.

Спин.

Теория возмущений, переходы.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

**В результате изучения дисциплины студенты должны**

**знать:**

- физические основы квантовой механики (ОПК-1);
- математический аппарат квантовой механики; основные понятия и законы квантовой механики (ОПК-1);
- тенденции развития квантовой механики (ОПК-1);

**уметь:**

- применять методы квантовой механики в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- использовать методы проведения квантово-механических расчетов применительно к разнообразным физическим задачам (ОПК-2);
- учитывать тенденции развития квантовой механики в своей профессиональной деятельности; анализировать динамику электронов, атомов и других микрообъектов с использованием представлений и законов квантовой механики (ОПК-2);

**владеть:**

- основными математическими методами нерелятивистской квантовой механики (ОПК-2);
- методами вычислений спектров физических величин, таких как энергия, импульс, момент импульса; определять их средние значения и дисперсию (ОПК-2);
- находить распределения вероятности, оценивать вероятность квантово-механических переходов в модельных физических системах (ОПК-2).

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.2.3.3 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 часа)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Развитие современной физики происходит по двум встречным направлениям: Первое связано с проникновением в структуру материи в область предельно малых расстояний – молекулы, атомы, электроны и ядра, другие элементарные частицы, – а также с выяснением закономерностей взаимодействия и движения этих частиц. Второе связано с синтезом анализируемых элементов в организованные макроскопические системы. Анализ и синтез – две стороны развития науки и не могут быть отделены друг от друга. Предметом статистической физики является методология синтеза.

Образование макроскопических систем из анализируемых элементов не ограничивается только физической наукой. Однако, статистическая физика затрагивает большие разделы, от статистической термодинамики, базирующейся на статистической механике равновесных систем до статистической теории необратимых процессов и физической кинетики.

#### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.3.3 «Статистическая физика» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в шестом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.В.ОД.1 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.2 «Спецглавы математики», Б1.В.ОД.3.1 «Электродинамика», Б1.В.ОД.3.2 «Квантовая механика» и ряд дисциплин вариативной части. Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части цикла Б.3, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Методы рассмотрения систем многих частиц. Постулаты термодинамики. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал. Фазы. Фазовые переходы. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение. Большое каноническое распределение. Классический идеальный газ. Квантовые идеальные газы. Теплоемкость газов и твердых тел. Неравновесная термодинамика. Элементы теории флуктуаций.

## **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

### **В результате изучения курса студент должен знать:**

- физические основы и математический аппарат статистической физики (ОПК-1);
- основные статистические методы для описания макроскопических систем с большим числом частиц (ОПК-1);
- три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения; элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние (ОПК-1);
- квантовая статистика газов и твердых тел; статистика фотонов и спектр излучения абсолютно черного тела; статистическая физика неравновесных систем (ОПК-1).

### **уметь:**

- применять методы статистической физики в профессиональной деятельности (ОПК-2);
- использовать указанные методы для описания термодинамических и электромагнитных явлений в средах, как в классическом, так и квантовомеханическом пределах (ОПК-2);
- применять математический аппарат статистической физики в теоретических исследованиях; пользоваться теоретическими знаниями при анализе разнообразных явлений в твердых телах (полупроводниках, металлах, диэлектриках) (ОПК-2);

### **владеть:**

- основными математическими методами статистической физики; методами вычислений, связанных с исследованием конденсата Бозе-Эйнштейна, со статистическими свойствами света и квантовых низкоразмерных структур и кластеров (ОПК-2);
- применять современные методы статистической физики к решению актуальных научных проблем; проводить качественные теоретические оценки явлений в микромире с позиций статистической физики (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.2.4 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ОД.4 «Политология, социология, правоведение»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 4 з.е. (144 часа)

### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Политология, социология, правоведение» – обучение студентов пониманию политических и правовых знаний и процессов; выработка у студентов навыков толкования политических и правовых явлений, применения политических и правовых знаний в конкретных практических ситуациях. Обучение студентов самостоятельному анализу социально-экономических и политических процессов, протекающих в современном мире, придать их мировоззрению практически-гуманистическую направленность. Приобретение студентами знаний теоретических основ и закономерностей функционирования социально-политической и правовой жизни общества.

### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.4 «Политология, социология, правоведение» является дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в пятом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.2 «История» и Б1.Б8 «Философия». Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

История развития политической науки. Современные политические теории и политологические школы. Политическая система общества и её институты. Политические партии и партийные системы. Технологии управления политическими процессами. Мировая политика и международные отношения. Методология познания политической реальности. 6.2 Прикладная политология и её цели 6.3 Политическое прогнозирование 6.4 Политическое моделирование

Социология как наука. История социологии. Социальная структура общества. Социальные и этнонациональные отношения. Социальные институты и соц. организации. Соц. конфликты и способы их разрешения.

Понятие, роль и сущность государства. Понятие и сущность права. Правоотношения и правонарушения. Понятие Конституционного права. Система органов государственной власти и управления в Российской Федерации. Федеративное устройство России.

## **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|      |                                                                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-2 | способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции |
| ОК-4 | способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности                                                |

### **В результате изучения курса студент должен знать:**

- требования к правоприменению нормативных актов в различных областях хозяйственной деятельности (ОК-4);
- специфику социологического подхода к изучению общества, культуры, социальных общностей и групп, взаимодействия личности и общества (ОК-2);
- основополагающие понятия о предмете политической науки (ОК-2);
- иметь ясные представления о политических системах общества в России и мире в целом (ОК-2)
- о сущности политической власти и институтах государства.

### **уметь:**

- реализовывать свои профессиональные трудовые обязанности в рамках правового поля и на основе действующего российского законодательства (ОК-4);
- методологически грамотно анализировать различные социальные факты (ОК-2);
- понимать современную политическую ситуацию России и мира (ОК-2);
- четко различать формы государственного устройства, понимать значение демократии для жизни общества (ОК-2).

### **владеть:**

- навыками профессионального подхода к анализу правовых явлений и институтов, складывающихся в области производственной и управленческой деятельности (ОК-4).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

#### **4.2.5 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ОД.5 «Основы магнетизма»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 з.е. (216 час.)

##### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является обеспечение фундаментальных знаний и навыков в области физики магнитных явлений.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина **Б1.В.ОД.5 «Основы магнетизма»** является обязательной дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в третьем семестре. Курс опирается на дисциплины базового цикла Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин профессионального цикла: Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов компонентов микроэлектронной техники», Б1.В.ОД.8 «Физика наносистем», Б1.В.ОД.9 «Физика и технология тонких пленок», а также при прохождении производственной практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

##### **3. Основные дидактические единицы**

Магнитные свойства атомов. Диамагнетизм. Частота Ларморовой прецессии. Классический прецессионный диамагнетизм. Классическая теория парамагнетизма. Модель Ланжевена. Основные опытные данные о парамагнетизме систем слабовзаимодействующих атомов и ионов. Особенности парамагнетизма d-переходных групп, парамагнетизм Паули. Основное состояние ферромагнетика. Антиферромагнитные вещества. Ферромагнетики. Метод молекулярного поля в теории ферромагнетизма. Спонтанная намагниченность, ее зависимость от температуры. Закон Кюри-Вейсса. Обменное взаимодействие. Теория процессов перемагничивания ферромагнетика. Доменная структура. Основы теории магнитных доменов. Доменные стенки. Магнитострикция. Магнитная анизотропия. Перемагничивание в переменных полях. Потери на перемагничивание. Ферриты со структурой граната, шпинели, гексагональные ферриты. Применение ферритов в технике. Аморфные магнетики.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|  |                                                         |
|--|---------------------------------------------------------|
|  | способность представлять адекватную современному уровню |
|--|---------------------------------------------------------|

|       |                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики                                                                   |
| ОПК-2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ПКВ-2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности                                               |

**В результате изучения дисциплины студенты должны:**

**знать:**

- основы физики магнитных явлений (ОПК-1);
- основные параметры и характеристики, используемые для описания и классификации магнитных материалов (ОПК-1);
- физические причины, приводящие к появлению определенных магнитных свойств у материалов (диа-, пара-, ферро- и т.д.) (ОПК-2);
- физическую сущности процессов, протекающих в магнитных материалах, в том числе при воздействии внешних полей и изменении температуры (ОПК-1).

**уметь:**

- классифицировать магнитные материалы в соответствии с их реакцией на внешние магнитные поля (ОПК-2);
- выполнять оценки величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей доменной структуры и элементного состава материалов (ОПК-2, ПКВ-2);
- самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физики магнитных явлений; самостоятельно выбирать методы и объекты исследований (ПКВ-2).

**владеть:**

- навыками использования методов измерения основных характеристик магнитных материалов (ОПК-2);
- навыками использования методов создания и измерения магнитных полей (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия, курсовая работа.

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

#### **4.2.6 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ОД.6 «Твердотельная микро и наноэлектроника»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 з.е. (216 час.)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Изучение студентами современного состояния и перспективных направлений развития твердотельной микроэлектроники, ее элементной базы, методов изготовления основных структур интегральных микросхем и их практического использования.

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

Физические основы микроэлектроники. Устройство, принцип действия, основные характеристики и параметры базовых элементов твердотельной микроэлектроники. Перспективные элементы и предельные возможности интегральной микроэлектроники. Элементы функциональной микроэлектроники.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|        |                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1  | Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.          |
| ОПК-2  | Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ПКВ -2 | Готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности.                                              |
| ПКВ-6  | Готовность использовать последние научные достижения в области наноэлектроники при разработке изделий нано- и микро-системной техники                                               |

#### **В результате изучения дисциплины студенты должны: знать:**

- физические основы поверхностных и контактных явлений в полупроводниках и структурах металл-диэлектрик-полупроводник (ОПК-1);
- устройство, принцип действия, основные характеристики и параметры полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов (ПКВ-2).
- устройство, принцип действия, основные характеристики и параметры полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и МОП-транзисторов (ПКВ-2).

- предельные возможности элементов твёрдотельной микроэлектроники (ПКВ-6).

**уметь:**

- использовать сведения о физических принципах работы, характеристиках и параметрах твердотельных микроэлектронных приборов (ОПК-1);

- описать устройство, принцип действия и упрощённую схему технологического маршрута изготовления биполярных транзисторов и полупроводниковых диодов полупроводниковых интегральных микросхем (ПКВ-6):

- описать устройство, принцип действия и упрощённую схему технологического маршрута изготовления полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и МОП-транзисторов полупроводниковых интегральных микросхем (ПКВ-6):

**владеть:**

- навыками исследования статических характеристик и параметров базовых элементов твёрдотельной микроэлектроники (ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.2.7 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ОД.7 «Технология производства микро- и наносистемной техники»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 7 з.е. (252 час).

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

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

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

Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии.

Производственная чистота, гигиена и безопасность.

Оборудование и методы нанесения вещества.

Оборудование и методы удаления вещества.

Оборудование и методы модифицирования вещества.

Литографические процессы. Сборка и герметизация.

Интенсификация и интеграция процессов микро- и нанотехнологии.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|        |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ -5 | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ПКВ -7 | готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники                                                                   |

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

##### **знать:**

- современные операции микро- и нанотехнологии;
- физико-технологические и экономические ограничения миниатюризации и интеграции (ПКВ-5);
- принципы организации базовых технологических процессов создания компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-7).

##### **уметь:**

- выбирать оптимальные технологические процессы, их последовательности и контрольно-измерительные операции для производства изделий нано- и микросистем (ПКВ-7).

**владеть:**

- навыками реализации современных способов нанесения, удаления и модифицирования материалов при создании элементной базы микро и наносистем (ПКВ-7);

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

## **4.2.8 Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Б1.В.ОД.8 «Физика наносистем»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 час).

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области базовых физических принципов построения и функционирования наносистем, а также разработки, создания и применения специальных материалов и устройств, используемых нанотехнологиях.

#### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.8 «Физика наносистем» является обязательной дисциплиной вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в шестом семестре. Курс опирается на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.12 «Физика конденсированного состояния», Б1.Б.15 «Физические основы микро- и наносистемной техники» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

#### **3. Основные дидактические единицы**

Кристаллофизика наносистем.

Наноструктуры и методы их описания.

Квантовые размерные эффекты, масштабирование.

Теория квантовых переходов. Обменное взаимодействие.

Энергетический спектр электронов в квантово-размерных структурах: квантовые точки, ямы, нити, сверхрешетки.

Распределение и транспорт носителей заряда в квантово-размерных структурах. Баллистический транспорт. Резонансное, спинзависимое туннелирование. Квантовый эффект Холла.

Оптические свойства квантово-размерных структур.

Магнитные свойства нанослоевых композиций и фрактально-кластерных структур.

Физика процессов переноса в неупорядоченных системах. Теория протекания.

Кооперативно-синергетические процессы переноса энергии и зарядов в конденсированных средах.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|        |                                                                                                                                                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2   | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                                       |
| ПКВ -2 | готовность использовать фундаментальные законы основных профессиональных дисциплин выбранного профиля в профессиональной деятельности                                                  |
| ПКВ -3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:**

- физические механизмы явлений, происходящих на наноуровне (ПКВ-3);
- физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур (ПКВ-2, ПКВ-3);

**уметь:**

- выбирать и использовать основные методы высокочувствительной сверхлокальной избирательной диагностики для изучения наносистем (ПК-2);

**владеть:**

- навыками работы с математическим аппаратом квантовой механики (ПКВ-2);
- навыками применения современных методов расчета и анализа наносистем (ПК-2, ПКВ-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия  
**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

## **4.2.9 Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **Б1.В.ОД.9 «Физика и технология тонких пленок»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 7 з.е. (252 часа).

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью дисциплины является формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих изменение физических свойств твердых тел при переходе их к тонкопленочному виду.

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

Понятие «тонкая» пленка. Размерный эффект, как проявление особенностей тонкопленочных материалов.

Получение тонких пленок методами вакуумного и ионно-плазменного напыления. Виды методов ионно-плазменного напыления.

Способы получения тонких пленок, базирующиеся на химических реакциях в газовой и твердой фазах. Химическое осаждение из газовой фазы. Рост из жидкой фазы. Твердофазные методы получения пленок.

Способы подготовки поверхности подложек для наращивания пленок. Методы очистки подложек.

Механизмы роста пленок. Модели зародышеобразования. Критический размер и состав изотропного зародыша.

Последовательность формирования сплошной пленки. Зависимость размера кристаллитов от температуры и толщины пленки.

Внутренние напряжения в тонких пленках. Классификация микронапряжений. Методы определения внутренних напряжений.

Электрические свойства тонких пленок. Сплошные пленки, размерный эффект. Механизмы электропроводности островковых пленок. Тензоэффект. Высокочастотные резистивные характеристики тонких пленок.

Ферромагнитные тонкие пленки. Классификация. Доменная структура тонких пленок. Процессы перемангничивания тонких пленок. Анизотропия тонких пленок.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2  | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                                       |
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |
| ПКВ-7 | готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники                             |

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

- о методах получения тонких пленок металлов, полупроводников и диэлектриков (ПК-2);
- о закономерностях и механизмах роста тонких пленок (ПКВ-3);
- об электрических свойствах тонких и островковых пленок (ПКВ-3);
- о магнитных свойствах тонких пленок (ПКВ-3);
- о механических свойствах тонких пленок и напряжениях, возникающих в них в процессе роста (ПКВ-3);

**уметь:**

- выбирать метод, режимы и условия осаждения материала для обеспечения формирования требуемой структуры (ПК-2, ПКВ-7)
- выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся пленки (ПКВ-3);
- оценивать последствия перехода в тонкопленочное состояние для физических свойств и параметров материала (ПКВ-3);
- проводить исследование физических свойств тонких пленок (ПК-2).

**владеть:**

- навыками исследования магнитных и электрических свойств тонких пленок (ПК-2);
- методологией прогнозирования физических свойств тонких пленок (ПКВ-3).

**Виды учебной работы:** лекции, лабораторные и практические работы  
**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**4.2.10 Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ОД.10 «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы»**  
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часов).

**1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, заключающихся в способности использовать фундаментальные понятия, принципы и методы химии наноматериалов в профессиональной деятельности.

**2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ОД.10 «Химия наноматериалов» является обязательной дисциплиной вариативной части ВО ФГОС по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина изучается в пятом семестре. В процессе ее изучения используются базовые знания студентов, полученные при изучении дисциплин Б1.Б3 «Математика», Б1.Б4 «Физика», Б1.Б5 «Химия», Б1.В.ДВ.2 «Физическая химия». В свою очередь, «Химия наноматериалов», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.В.ОД.8 «Физика наносистем», Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов компонентов микроэлектронной техники», а также все виды практик, подготовку выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

**3. Основные дидактические единицы (разделы):**

Введение в химию наноматериалов  
Квантовые представления в нанохимии  
Дисперсные системы  
Наночастицы и наноматериалы как объекты нанохимии  
Химические и физические свойства наноматериалов  
Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов  
Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов  
Химические аспекты использования наноматериалов в практической деятельности  
Химия наноматериалов и охрана окружающей среды  
Перспективы развития химии наноматериалов

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                                                                                                                                                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-4 | готовность обосновывать применение материалов и компонентов нано- и микросистемной техники в смежных областях научно-технической индустрии, включая биологию и медицину |
| ПК-2  | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                        |

**В результате изучения дисциплины студент должен**

**знать:**

- специфику поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне (ПКВ-3);
- механизмы возникновения размерных физических и химических эффектов (ПКВ-3);
- основные виды нанообъектов и наноматериалов (ПКВ-3);
- основные научно-технические проблемы химии наноматериалов (ПКВ-4);
- перспективы развития данной фундаментальной области знаний (ПКВ-4);
- способы получения новых функциональных наноматериалов; (ПК-2)
- химические свойства основных функциональных наноматериалов (ПКВ-3);

**уметь:**

- анализировать и применять химические процессы для решения практических задач синтеза наноматериалов (ПК-2).
- оценивать параметры химических процессов синтеза наноматериалов (ПК-2).
- уметь прогнозировать физико-химическую устойчивость наночастиц и наноматериалов (ПКВ-3, ПКВ-4).

**владеть:**

- методами химического синтеза наноматериалов (ПК-2);
- навыками проведения химического эксперимента с наноматериалами и обработки его результатов (ПК-2).
- навыками теоретической и экспериментальной оценки параметров наноматериалов (ПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

#### **4.2.11 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ОД.11 «Конструирование микро- и наносистем»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области базовых принципов и методов конструирования микро- и наносистем.

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

Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники. Технологические ограничения.

Проектирование топологии мембранных элементов микросистем.

Резистивные мостовые схемы. Чувствительность. Начальный разбаланс.

Нелинейность преобразования. Температурные погрешности. Саморазогрев.

Расчет конструкции и топологии датчиков с мембранными элементами. Ограничения по нелинейности преобразования и по прочности. Частотные ограничения.

Расчет конструкции и топологии приборов поверхностной микромеханики.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|        |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1   | готовность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий                                 |
| ПКВ-5  | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ПКВ -7 | готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники                                                                   |

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

- основные методы расчета конструкций микро- и наносистем (ПК-1, ПКВ-5);

- методы формирования и проектирования топологии наноструктур (ПКВ-5);

##### **уметь:**

- оценивать основные погрешности преобразования в микроструктурах(ПКВ-5);

**владеть:**

- методами расчета конструкционных параметров структур по заданным эксплуатационным характеристикам микроприборов (ПК-1, ПКВ-7).

**Виды учебной работы:** лекции, практические и лабораторные занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

### **4.3 АННОТАЦИИ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН ВАРИАТИВНОЙ ЧАСТИ (Б1.В) *Дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ)***

#### **4.3.1 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.1 (1) Концепции современного естествознания**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 часов).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Концепции современного естествознания» является формирование целостной картины окружающего мира, синтезирующей знания о природе и знания о человеке; утверждение идеалов научно-рационального отношения к действительности: к миру, природе, обществу и человеку.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование понимания необходимости воссоединения гуманитарной и естественнонаучной культур на основе целостного взгляда на мир;
- изучение и понимание сущности фундаментальных законов природы, составляющих каркас современной физики, химии и биологии;
- формирование ясного представления о физической картине мира как основе целостности и многообразия природы;
- формирование представлений о революциях в естествознании и смене научных парадигм как ключевых этапах развития естествознания.

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

Структура научного знания. Методологические основания научного знания. Исторические периоды развития естествознания. Естественно научная картина мира и ее развитие. Концепции современного естествознания о происхождении и развитии Вселенной. Мир физических объектов в современном научном знании. Жизнь как явления. Традиционная и современная биология. Происхождение человека. Антропосоциогенез. Новейшие естественнонаучные достижения. Глобальные проблемы современности в контексте научно-технического прогресса.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-2  | способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции                                            |
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики |

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

- сущность методологии науки (ОК-2);
- историю основных естественнонаучных открытий и новейших открытий в естествознании (ОК-2);
- естественнонаучные концепции, общепринятые в современной науке (ОПК-2);
- роль науки и техники в жизни общества (ОПК-1);

**уметь:**

- демонстрировать понимание системных взаимосвязей внутри изученных дисциплин и междисциплинарных связей в современной науке (ОК-2);
- критически использовать методы современной науки в конкретной исследовательской деятельности, применять современные теории, концепции и инструментарию естествознания и техники в практическом исследовании (ОК-2).

**владеть:**

- культурой научного мышления, базирующегося на системных представлениях об обществе и природе (ОПК-1);
- понятийным аппаратом, познавательными подходами и методами изучения объектов научного характера (ОПК-1);
- методами критического анализа текстов (ОК-2);
- способностью к восприятию, обобщению и анализу информации на естественно-научной основе (ОПК-1).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

### **4.3.2 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.1 (2) «История развития науки и техники»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 з.е. (108 часов).

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является представление студентам целостной картины исторического развития естествознания и техники в России с древнейших времен до наших дней в их единстве и многообразии. Показ динамики естественнонаучного и технического знания в целом и отдельных научных дисциплин.

Задачи дисциплины: дать понятийный аппарат, теоретический и фактический материал для восприятия развития естествознания и техники в России от их зарождения до наших дней в связи с развитием других областей науки и культуры; научить понимать взаимовлияние естествознания, техники и других областей науки, видению науки как развивающегося, динамичного феномена в социальном и культурном аспектах.

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

Методологические основы истории науки и техники. Техника и научные знания в период рабовладельческого общества. Анализ развития науки и техники в эпоху феодализма. Возникновение новой философии науки и техники в период Возрождения и Нового времени.

Возникновение и развитие технических наук и инженерного образования в Европе и в России. Основные закономерности и итоги развития науки и техники в XVIII-XIX вв. Новейшая революция в естествознании. Концепции современного естествознания. Сущность, значение и основные направления научно-технической революции XX в. Проблемы научно-технического развития России на рубеже XX-XXI вв.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-2  | способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции                                            |
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики |

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

- роль науки и техники в жизни общества (ОПК-1);
- наиболее важные события, даты и тенденции истории науки и техники в России и их взаимосвязь с мировой наукой (ОК-2);

- научиться в историческом и историко-культурном аспектах оценивать уровень и структуру естественнонаучных и технических знаний той или иной эпохи (ОК-2);

- воспринимать в историко-научном контексте основные достижения естествознания и техники прошлого и важнейшие достижения науки и техники XX-XXI веков (ОК-2).

**уметь:**

- применять полученные знания в учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе; логично представлять освоенное знание (ОПК-1);

- демонстрировать понимание системных взаимосвязей внутри изученных дисциплин и междисциплинарных связей в современной науке (ОК-2);

- критически использовать методы современной науки в конкретной исследовательской деятельности, применять современные теории, концепции и инструментарию естествознания и техники в практическом исследовании (ОК-2).

**владеть:**

- культурой научного мышления, базирующегося на системных представлениях об обществе и природе (ОПК-1);

- понятийным аппаратом, познавательными подходами и методами изучения объектов научного характера (ОПК-1);

- методами критического анализа текстов (ОК-2);

- навыками поиска необходимой информации в электронных каталогах и в сетевых ресурсах и навыками составления обзоров, аннотаций, рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований (ОК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

### 4.3.3 Аннотация рабочей программы дисциплины

#### Б1.В.ДВ.2 (1) «Физическая химия»

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 з.е. (216 часов).

#### 1. Цели и задачи изучения дисциплины

Обеспечение фундаментальной физико-химической подготовки, позволяющей будущим выпускникам-бакалаврам ориентироваться в современной научно-технической информации: использовать закономерности химических процессов и химических явлений в неразрывной связи с сопровождающими их физическими явлениями выделением (поглощением) тепла, энергии, излучения, прохождением электрического тока и т. п. Это позволит обоснованно ставить и решать вопросы технологии производства различных материалов, в том числе, и совершенно новых.

#### 2. Место дисциплины в рабочем учебном плане

Дисциплина Б1.В.ДВ.2 «Физическая химия» является дисциплиной вариативной, выбираемой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается во втором семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия». В свою очередь, «Физическая химия», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности». Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов компонентов микроэлектронной техники», Б1.В.ОД.10 «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы», а также все виды практик, подготовку выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

#### 3. Основные дидактические единицы (разделы)

Химическая термодинамика.

Химическое равновесие.

Растворы.

Гетерогенные (фазовые) равновесия.

Электрохимия. Кинетика химических реакций.

Поверхностные явления.

#### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

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

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

**В результате изучения дисциплины студенты должны**

**знать:**

- основные понятия и законы химической термодинамики, их применение химическим системам (ОПК-1);
- фазовые равновесия в однокомпонентных системах (ОПК-1) ;
- термодинамику растворов (ОПК-1);
- гетерогенные (фазовые) равновесия двух компонентных систем, электрохимию (ОПК-1);
- кинетику химических реакций (ОПК-1).

**уметь:**

- объяснять и рассчитывать наблюдаемые тепловые эффекты при протекании химических реакций, применяя законы термохимии (ОПК-2);
- определять возможность или невозможность осуществления химических реакций при заданных условиях (ОПК-2);
- рассчитывать константы равновесия, равновесный состав системы (ОПК-2);
- анализировать диаграммы состояний конденсированных систем (ОПК-2);
- анализировать электрохимические системы (ОПК-2);
- рассчитывать скорости процессов различных химических системах (ОПК-2);

**владеть:**

- навыками применения положений и законов физической химии к химическим системам (ОПК-2);
- навыками правильной эксплуатации приборов и установок в физико-химической лаборатории (ОПК-2);
- навыками постановки физико-химических исследований и объяснением их результатов (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.3.4 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.2(2) «Коллоидная химия»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 6 з.е. (216 часов).

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Обеспечение фундаментальной физико-химической подготовки, позволяющей будущим выпускникам-бакалаврам понимать физико-химическую суть процессов и использовать основные законы коллоидной химии в практической деятельности. Использовать основные положения коллоидной химии как науки о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Обеспечение понимания того, что коллоидная химия выполняет роль теоретических основ гетерогенных процессов в дисперсных средах, в которых главное значение имеют поверхностные и межфазные процессы.

##### **2. Место дисциплины в рабочем учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ДВ.2 (2) «Колоидная химия» является дисциплиной вариативной, выбираемой части, математического и естественно-научного цикла ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается во втором семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины а также на дисциплины Б1.Б.3 «Математика», Б1.Б.4 «Физика», Б1.Б.5 «Химия». В свою очередь, «Колоидная химия», как предшествующая дисциплина, обеспечивает базовый уровень для изучения дисциплин Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.20 «Физико-химические основы технологии материалов компонентов микроэлектронной техники», Б1.В.ОД.10 «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы», а также все виды практик, подготовку выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Законы термодинамики, термодинамические потенциалы.

Химическое равновесие.

Фазовое равновесие, растворы.

Электрохимия.

Химическая кинетика и катализ.

Дисперсные системы, термодинамика поверхностных явлений.

Адсорбция.

Электрические свойства дисперсных систем, устойчивость и коагуляция.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

**В результате изучения дисциплины студенты должны  
знать:**

- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния (ОПК-1);
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах (ОПК-1);
- уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, реакций; основные теории катализа (ОПК-1);
- об основополагающих представлениях и закономерностях коллоидной химии как науки о поверхностных явлениях и дисперсных системах (ОПК-1);
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, поверхностном натяжении и поверхностной энергии, адсорбции, адгезии, когезии, смачивании, растекании, капиллярной конденсации (ОПК-1);
- о механизмах процессов формирования поверхностного слоя (ОПК-1);
- о структурно-механических свойствах и реологических методах исследования дисперсных систем; об особенностях оптических свойств дисперсных систем, рассеянии, поглощении света, окраски золей (ОПК-1);
- об устойчивости и коагуляции в дисперсных системах (ОПК-1).

**уметь:**

- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях (ОПК-2);
  - определять направленность процесса в заданных начальных условиях (ОПК-2);
  - устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах (ОПК-2);
  - составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной форме для простых реакций (ОПК-2);
  - прогнозировать влияние различных факторов на поверхностное натяжение и поверхностную энергию (ОПК-2);
- прогнозировать влияние дисперсности на реакционную способность, константу равновесия и температуру фазового перехода (ОПК-2).

**владеть:**

- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема (ОПК-2);
- навыками вычисления констант равновесия химических реакций при

заданной температуре (ОПК-2);

- методами расчета химического равновесия (ОПК-2);
- методами проведения дисперсионного анализа, синтеза дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости;
- методами выполнения необходимых физико-химических расчетов в физической и коллоидной химии, экспериментов с применением соответствующих методик, средств измерений и лабораторного оборудования (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.3.5 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ДВ.3 «Вакуумная техника»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 з.е. (216 часа)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью дисциплины является обеспечение изучения студентами процессов происходящих в разряженных средах, особенностями вакуумных насосов, методик измерения степени разряжения и конструкциями вакуумных систем и навыков в технологии получения вакуума и расчета вакуумных систем.

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

Изучение законов физики разряженных газовых сред. Принципы работы и конструкции различных вакуумных насосов.

Применимость конструкционных материалов, применимость и конструкционные особенности коммутационной аппаратуры для вакуумных систем.

Принципы работы и применимость различных методов и приборов для измерения общих давлений.

Методы течеискания, методы и приборы для измерения парциальных давлений газа.

Принципы построения вакуумных систем.

Методика расчета различных вакуумных установок.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|        |                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК -1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           |
| ОПК -2 | способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |
| ПКВ -9 | готовность работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                |

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

##### **знать:**

- физические процессы, происходящие с газами в разряженном состоянии (ОПК-1);

- принципы работы оборудования, предназначенного для достижения вакуума и контроля давления разряженной газовой среды (ОПК-2);

- номенклатуру и характеристики изделий и оборудования, предназначенного для вакуумных установок, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью (ПКВ-19);

- принципы построения вакуумных систем и их работу (ПКВ-19).

**уметь:**

- использовать знания процессов происходящих в разряженных средах объяснить принципы работы компонент вакуумных систем (ОПК-1);
- использовать знания по принципам работы вакуумного оборудования для расчета характеристик вакуумных систем применяемых для различных технологических нужд (ОПК-2);
- работать на вакуумных установках различных конструкций (ПКВ-19);
- использовать технические средства контроля вакуума для определения основных параметров технологического процесса (ПКВ-19).

**владеть:**

- навыками функционального анализа принципов деятельности и функциональной применимости компонентов вакуумной техники (ОПК-1);
- методами расчета основных параметров вакуумных систем и установок (ОПК-2);
- способностью самостоятельно осваивать современное вакуумное оборудование различного назначения и работать на ней (ПКВ-19);
- навыками работы на оборудовании, предназначенном для достижения вакуума и контроля давления разряженной газовой среды (ПКВ-19).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.3.6 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.4 (1)«Кристаллофизика»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 9 з.е. (324 час.)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Ввести слушателя в мир кристаллического пространства, его симметричных свойств, многообразия их проявления, фундаментальных закономерностей, объединяющих эти закономерности, взаимосвязи симметрии кристалла и его физических свойств; подготовить студента к осмысленному восприятию специальных дисциплин, ориентированных на изучение физических свойств кристаллических материалов.

##### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ДВ.4 «Кристаллофизика» является дисциплиной вариативной, выбираемой части, ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в шестом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.5 «Математика», Б1.Б.6 «Физика», Б1.В.ОД.4 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.5 «Спецглавы математики», Б1.В.ОД.6 «Электродинамика», Б1.В.ОД.7 «Квантовая механика» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Изображение кристаллов. Симметрия кристаллов. Кристаллогеометрия пространственной решетки. Элементы структурной кристаллографии. Основы кристаллофизики. Электрические, оптические, механические и тепловые свойства кристаллов.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

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

- основные фундаментальные положения, принципы и закономерности геометрической и структурной кристаллографии (ОПК-1);
- принципы симметричного подхода к анализу физических свойств твердых тел; взаимосвязь симметрии кристалла и симметрии его физических свойств (ОПК-2);
- методологию расчета структуры тензоров, описывающих физические свойства твердых тел разной симметрии (ОПК-2);

**уметь:**

- использовать симметричный подход, принципы симметрии для анализа физических явлений, структурных организаций в конденсированных средах; решать задачи физической кристаллофизики (ОПК-2);

**владеть:**

- навыками применения используемых в кристаллографии основных методов для идентификации и анализа кристаллических структур (ОПК-2);
- навыками применения симметричных подходов к анализу физических явлений и процессов в конденсированных средах (ОПК-2);
- навыками решения задач физической кристаллофизики (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой и экзаменом.

#### **4.3.7 Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.В.ДВ.4(2) «Кристаллография»**

Общая трудоёмкость изучения дисциплины составляет 9 з.е. (324 час.)

##### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Ввести слушателя в мир кристаллического пространства, его симметричных свойств, многообразия их проявления, фундаментальных закономерностей, объединяющих эти закономерности, дефектов кристаллической решетки и их влияния на физические свойства; подготовить студента к осмысленному восприятию специальных дисциплин, ориентированных на изучение физических свойств реальных кристаллических материалов.

##### **2. Место дисциплины в учебном плане**

Дисциплина Б1.В.ДВ.4(2) «Кристаллофизика» является дисциплиной вариативной, выбираемой части ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в шестом семестре. Курс опирается на полученное в школе базовое общее образование, а также на дисциплины Б1.Б.5 «Математика», Б1.Б.6 «Физика», Б1.В.ОД.4 «Спецглавы физики», Б1.В.ОД.5 «Спецглавы математики», Б1.В.ОД.6 «Электродинамика», Б1.В.ОД.7 «Квантовая механика» и ряд дисциплин вариативной части.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются впоследствии при изучении ряда дисциплин вариативной части, а также при прохождении практики, подготовке выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Изображение кристаллов. Симметрия кристаллов. Кристаллогеометрия пространственной решетки. Элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры: точечные, линейные, двумерные. Влияние дефектов кристаллической решетки на физические свойства кристаллов.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

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

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- основные фундаментальные положения, принципы и закономерности геометрической и структурной кристаллографии (ОПК-1);
- принципы симметричного подхода к анализу физических свойств твердых тел (ОПК-2);
- дефекты кристаллической решетки и их влияние на физические свойства; решение задач структурной и физической кристаллографии (ОПК-2);

**уметь:**

- использовать симметричный подход, принципы симметрии для анализа физических явлений, структурных организаций в конденсированных средах (ОПК-2);
- решать задачи физической кристаллографии (ОПК-2);
- определять плотность дислокаций в твердых телах (ОПК-2);

**владеть:**

- навыками применения используемых в кристаллографии основных методов для идентификации и анализа кристаллических структур (ОПК-2);
- навыками выявления различных дефектов в конденсированных средах; навыками решения задач физической кристаллографии (ОПК-2).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой и экзаменом.

#### **4.3.8 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ДВ.5 «Перспективные наноструктурные материалы»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Знакомство студентов с новым классом создаваемых и исследуемых в настоящее время наноструктур и наноструктурированных материалов, проявляющих новые физические свойства. Сформировать у студентов широкий кругозор в области наноструктурных материалов, особенностях их физических свойств и направлений практического применения.

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

Углеродные наноструктуры. Фуллерен и его производные. Углеродные нанотрубки и нановолокна.

Графен, наноалмазы.

Оксидные наноматериалы.

Аэрогели.

Нанокристаллические материалы.

Наноматериалы в энергетике.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-1 | готовность учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности                                            |
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |
| ПКВ-4 | готовность обосновывать применение материалов и компонентов нано- и микросистемной техники в смежных областях научно-технической индустрии, включая биологию и медицину                |
| ПКВ-6 | готовность использовать последние научные достижения в области нанoeлектроники при разработке изделий нано- и микросистемной техники                                                   |

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

- основные типы и систематизацию наноструктурированных материалов (ПКВ-1, ПКВ-3);
- принципы получения наноструктурных материалов (ПКВ-3, ПКВ-6);
- основные физические свойства наноструктурных материалов и наноструктур (ПКВ-3);

- основные области применения наноструктурных материалов (ПКВ-4).

**уметь:**

- выбирать приемлемые методы для исследования физических свойств наноструктурированных материалов (ПКВ-6).

**владеть:**

- терминологией, систематизацией, алгоритмом выбора материала для достижения требуемых физических характеристик (ПКВ-4).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия, лабораторные работы.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.3.9 Аннотация рабочей программы дисциплины**

##### **Б1.В.ДВ.6 «Микрооптика и фотоника»**

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 з.е. (180 часа)

#### **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области базовых принципов функционирования и конструирования оптических элементов и устройств, реализуемых на микроуровне.

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

Основные положения геометрической, волновой, квантовой и нелинейной оптики. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.

Полупроводники и гетероструктуры. Твердотельные источники и приемники излучения.

Оптические волноводы. Фотонные кристаллы. Голография. Интегральная оптика.

Интегрально-оптические и оптомеханические элементы и устройства.

Применение фотонных приборов.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины**

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-1 | готовность учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности                                            |
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |
| ПКВ-4 | готовность обосновывать применение материалов и компонентов нано- и микросистемной техники в смежных областях научно-технической индустрии, включая биологию и медицину                |

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

##### **знать:**

- основные эффекты, возникающие в системах микрооптики и фотоники и кооперативные явления на их основе (ПКВ-1);

- физическую и химическую сущность процессов и явлений, протекающих в системах микрооптики и фотоники (ПКВ-3).

##### **уметь:**

- правильно использовать закономерности для реализации потенциальных возможностей материалов при проектировании и создании систем микрооптики и фотоники (ПКВ-3, ПКВ-4);

- использовать математический аппарат теории квантовой оптики при разработке систем микрооптики и фотоники (ПКВ-3)..

**владеть:**

- основными методами построения оптоэлектронных систем и приборов микрооптики и фотоники (ПКВ-4).

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

#### **4.4 АННОТАЦИИ ПРИМЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРАКТИК**

##### **4.4.1 Аннотация рабочей программы учебной практики Б2.У.1**

Общая трудоёмкость практики составляет 6 з.е. (216 часов)

### **1. Цель и задачи практики**

Учебная практика является обязательной составной частью раздела Б2 «Практики» основной профессиональной образовательной программы при подготовке бакалавров и имеет своей целью формирование и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки.

Изучение основных пакетов прикладных компьютерных программ является залогом успешного осуществления всех видов учебной и научно-исследовательской деятельности. Современные пакеты компьютерных программ обладают большой гибкостью и широкими возможностями, что позволяет с их помощью успешно решать профессиональные, научно-исследовательские задачи.

### **2. Место учебной практики в системе дисциплин учебного плана**

Учебная практика проводится после второго семестра. Учебная практика базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения таких дисциплин, как Б1.Б.3 «Математика» и Б1.Б.14 «Информационные технологии». Успешное прохождение практики обеспечивает в дальнейшем изучение ряда дисциплин вариативной части ОПВО, выполнение производственных и учебной практик, а также подготовку выпускной квалификационной работы и итоговую государственную аттестацию.

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

Основные приложения, входящие в стандартный пакет Microsoft Office.

Пакет программ для численного анализа данных и научной графики.

Программы для распознавания и конвертации текста и изображений.

Пакет программ для создания и оформления проектно-конструкторской документации.

### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе прохождения практики**

|       |                                                                                                                                                                                  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 | готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации                            |
| ОПК-5 | способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                     |
| ОПК-6 | способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информацион- |

|       |                                                                                                                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | ных, компьютерных и сетевых технологий                                                                                                                      |
| ОПК-9 | способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности |

**В результате прохождения практики студенты должны**

**знать:**

- основные особенности прикладных программ MS Word, Origin, Fine Reader, Компас (ОПК-4, ОПК-6, ОПК-9).

**уметь:**

- самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ (ОПК-9);

- использовать стандартные пакеты программ для создания и редактирования текстовых документов и документов, содержащих рисунки и иллюстрации (ОПК-4);

- использовать стандартные пакеты программ для численного анализа экспериментальных данных и представления их в виде графиков (ОПК-5, ОПК-6);

- использовать стандартные пакеты программ для создания и оформления проектно-конструкторской документации (ОПК-4, ОПК-6).

**владеть:**

- практическими навыками работы в программах MS Word, Origin, Fine-Reader, Компас (ОПК-4, ОПК-6, ОПК-9).

**Виды учебной работы:** практические занятия.

**Прохождение учебной практики** заканчивается отчетом.

#### **4.4.2 Аннотация рабочей программы производственной практики Б2.П.1**

Общая трудоемкость производственной практики 3 з.е. (108 часа)

##### **1. Цель и задачи производственной практики**

Производственная практика организуется как технологическая и является составной частью основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника». Практика имеет своей целью формирование и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки, а также изучение производственного опыта, приобретение организаторских навыков работы. Конкретная тематика практик определяется специализацией в выбранной области нанотехнологии и микросистемной техники.

##### **2. Место производственной практики в системе дисциплин учебного плана**

При подготовке бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» первая производственная практика проводится после завершения 4 семестра (2 курс). Производственная практика базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения теоретических дисциплин профессионального и вариативного циклов. Успешное прохождение практик обеспечивает в дальнейшем изучение ряда дисциплин профессионального и вариативного циклов, выполнение рассредоточенной учебной практики в 7 семестре, а также подготовку выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Характеристика производства: проведение экскурсии по промышленному предприятию, знакомство с технологическими участками.

Детальное знакомство с технологическим участком отдела и отдельными операциями.

Освоение методики работы на оборудовании и приборах при выполнении конкретной операции.

Работа на конкретном рабочем месте.

Освоение одной из рабочих профессий.

Изучение литературы по специальным разделам нанотехнологии и микросистемной техники.

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе прохождения практики**

|       |                                                                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-9 | готовность работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------|
| ОПК-8 | способность использовать нормативные документы в своей деятельности |
|-------|---------------------------------------------------------------------|

**В результате прохождения практики студенты должны знать:**

- положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний, оформление технической документации (ОПК-8);
- физические процессы, положенные в основу разработки и технологии создания конкретного промышленного изделия (ПКВ-9);

**уметь:**

- использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса (ПКВ-9);
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий (ОПК-8);

**владеть:**

- навыками применения измерительной и исследовательской аппаратуры для контроля и изучения отдельных характеристик материалов и приборов (ПКВ-9);

**Виды учебной работы:** практическая работа.

**Прохождение производственной практики** заканчивается отчетом.

#### **4.4.3 Аннотация рабочей программы производственной практики Б2.П.2**

Общая трудоемкость производственной практики 3 з.е. (108 часов)

##### **1. Цель и задачи производственной практики**

Производственная практика организуется как технологическая и является составной частью основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника». Практика имеет своей целью формирование и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки, а также изучение производственного опыта, приобретение организаторских навыков работы. Конкретная тематика практик определяется специализацией в выбранной области нанотехнологии и микросистемной техники.

##### **2. Место производственной практики в системе дисциплин учебного плана**

При подготовке бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» вторая производственная практика проводится после завершения 6 семестра (3 курс). Производственная практика базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения теоретических дисциплин профессионального и вариативного циклов. Успешное прохождение практик обеспечивает в дальнейшем изучение ряда дисциплин профессионального и вариативного циклов, выполнение рассредоточенной учебной практики в 7 семестре, а также подготовку выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

Характеристика производства: проведение экскурсии по промышленному предприятию, знакомство с технологическими участками.

Детальное знакомство с технологическим участком отдела и отдельными операциями.

Освоение методики работы на оборудовании и приборах при выполнении конкретной операции.

Работа на конкретном рабочем месте.

Освоение одной из рабочих профессий.

Изучение литературы по специальным разделам нанотехнологии и микросистемной техники.

## **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе прохождения практики**

|       |                                                                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКВ-9 | готовность работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ОПК-8 | способность использовать нормативные документы в своей деятельности                                                                                  |

### **В результате прохождения практики студенты должны знать:**

- положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний, оформление технической документации (ОПК-8);
- физические процессы, положенные в основу разработки и технологии создания конкретного промышленного изделия (ПКВ-9);

### **уметь:**

- использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса (ПКВ-9);
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий (ОПК-8);

### **владеть:**

- навыками применения измерительной и исследовательской аппаратуры для контроля и изучения отдельных характеристик материалов и приборов (ПКВ-9);

.

**Виды учебной работы:** практическая работа.

**Прохождение производственной практики** заканчивается отчетом.

#### **4.4.4 Аннотация рабочей программы преддипломной практики Б2.П.3**

Общая трудоемкость преддипломной практики 6 з.е. (216 часов)

##### **1. Цель и задачи преддипломной практики**

Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний по направлению подготовки. Подготовка выпускной квалификационной работы: завершение теоретического анализа, написание литературного обзора для выпускной квалификационной работы, завершение экспериментальной работы и описание полученных результатов.

##### **2. Место преддипломной практики в системе дисциплин учебного плана**

При подготовке бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микро-системная техника» преддипломная практика проводится в течение последних четырех учебных недель 8-го семестра (4 курс). Преддипломная практика является обязательным условием подготовки выпускной квалификационной работы и итоговой государственной аттестации.

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

- анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации по теме выпускной квалификационной работы;
- изучение правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования, используемого при выполнении выпускной квалификационной работы;
- практическое освоение методов анализа и обработки экспериментальных данных;
- знакомство с физическими и математическими моделями исследуемых процессов и явлений;

##### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе прохождения практики**

|       |                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-5  | способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия                                                             |
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики                                            |
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                                                          |
| ОПК-6 | способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий |

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2  | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                                       |
| ПК-3  | готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций                                           |
| ПКВ-1 | готовность учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности                                            |
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному |

В результате прохождения преддипломной практики студент должен:

**Знать:**

- тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности (ПКВ-1);
- фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному (ПКВ-3);
- техническую и научную терминологию (ПКВ-1);
- методики синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2).

**Уметь:**

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований (ПК-3);
- применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере (ОПК-5);
- применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области нанотехнологий (ОПК-1);
- систематически работать над периодической научной литературой; критически осмысливать и обобщать изучаемый материал (ОПК-6);
- грамотно и четко излагать свои мысли; ставить и решать отдельные конкретные задачи, возникающие в экспериментальных исследованиях (ОК-5);
- выполнять экспериментальные измерения конкретных изучаемых объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-2);
- осуществлять графическое построение экспериментальных зависимостей, анализ и интерпретацию полученных результатов (ПК-3).

**Владеть:**

- навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин к интерпретации полученных результатов (ОПК-1);

- знаниями современных тенденций развития исследований по проблемам нанотехнологий и микросистемной техники (ПКВ-1);
- навыками самостоятельной работы на исследовательской аппаратуре (ПК-2);
- навыками представления результатов исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

**Виды учебной работы:** практическая работа.

**Прохождение преддипломной практики** заканчивается отчетом.

## 5 Ресурсное обеспечение ОПВО

### 5.1. Кадровый потенциал

Для реализации основной образовательной программы по направлению подготовки «Нанотехнологии и микросистемная техника» профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники» привлекаются руководящие и научно-педагогические работники (НПР) кафедры физики твердого тела и других кафедр Воронежского государственного технического университета, а также работники профильных организаций г. Воронежа.

Краткая характеристика привлекаемых к обучению педагогических кадров представлена в таблице 1.

Таблица 1

Кадровый состав НПР, обеспечивающих подготовку студентов

| Обеспеченность<br>ППС | Доля НПР,<br>приведенных<br>к целочис-<br>ленным зна-<br>чениям ста-<br>вок |     | Доля НПР,<br>с учен. сте-<br>пенью или<br>званием |    | В том<br>числе<br>докторов<br>наук |    | Количество<br>НПР из числа<br>действующих<br>руководителей<br>и работников<br>профильных<br>организаций |    |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|----|------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                       | Кол.                                                                        | %   | Кол.                                              | %  | Кол.                               | %  | Кол.                                                                                                    | %  |
| Требования ФГОС       |                                                                             | 70  |                                                   | 50 |                                    |    |                                                                                                         | 10 |
| Факт                  | 31                                                                          | 100 | 28                                                | 90 | 7                                  | 41 | 3                                                                                                       | 10 |

### 5.2 Учебно-методическое обеспечение

Основная образовательная программа обеспечивается учебно-методической документацией и материалами по всем учебным дисциплинам основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин представлено в виде аннотаций в сети.

Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа по ряду дисциплин имеются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, имеющей постоянный выход в сеть "Интернет" и обеспечивающей доступ в электронную информационно-образовательную среду

университета. Электронная информационно-образовательная среда университета, содержит издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. При этом обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к такой системе не менее чем для 25 процентов обучающихся.

Библиотечный фонд литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин, практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Электронно-библиотечная система обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (ЭБС «Лань»).

Для обучающихся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, который проходит ежегодное обновление.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 5.3 Информационное и материально-техническое обеспечение

В обеспечении учебного процесса по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» используются следующие учебные помещения кафедры физики твердого тела (табл. 2).

Таблица 2

Учебно-научные лаборатории кафедры ФТТ

| №     | Наименование                                                                     | Общая площадь | Кол-во посадочных мест | Перечень основного оборудования                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                | 3             | 4                      | 5                                                                                    |
| 226   | Учеб. лаборатория «Физического материаловедения»                                 | 48,1          | 14                     | Твердомер ПМТ-3. Лабор. Стенды СФП-5. Оптич. микроскопы. Электрон. измерит. приборы. |
| 226 а | Учеб. лаборатория «Физ. свойства твердых тел» и дисплейн.класс                   | 39,7          | 15                     | Компьютеры. Установка по измерению внутреннего трения.                               |
| 020   | Учебно-научная лаборатория «Физических свойств наноструктурированных материалов» | 35            | 8                      | Компьютеры. Электронно-измерит. приборы. Дифрактометр “Bruker D2 Phaser”             |

|                                          |                                                                                    |      |    |                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 024                                      | Учебно-научная лаборатория «Физических свойств наноструктурированных материалов»   | 44,9 | 9  | Электронно-измерит. приборы, измерительные стенды.                                                                                                                                                           |
| 025 а                                    | Учебно-научная лаборатория                                                         | 12,0 | 3  | Измерительные приборы.                                                                                                                                                                                       |
| 030                                      | Учебно-научная лаборатория «Технологий получения наноструктурированных материалов» | 31,9 | 6  | Установки ионно-лучевого и ионно-плазменного напыления                                                                                                                                                       |
| 026 а                                    | Учебно-научная лаборатория «Физических методов исследования»                       | 23,0 | 4  | Установка измерения магнитоупругих свойств. Вибрационный магнитометр. Электронно-измерительные приборы.                                                                                                      |
| 002                                      | Учебно-научная лаборатория «Физики твердого тела»                                  | 40   | 8  | Установка для измерения диэлектрических характеристик. Установка для измерения внутреннего трения. Компьютеры.                                                                                               |
| 034                                      | Лаборатория «Сегнетоэлектриков»                                                    | 19,2 | 4  | -                                                                                                                                                                                                            |
| 108                                      | Учебно-научная лаборатория «Сегнетоэлектриков»                                     | 70,0 | 12 | Установка для измерения внутреннего трения. Установка для измерения диэлектрических характеристик.                                                                                                           |
| 221                                      | Лекционная                                                                         | 64,2 | 50 | -                                                                                                                                                                                                            |
| Филиал кафедры ОАО «Корпорация НПО «Риф» | Учебно-научная лаборатория                                                         | 100  | 20 | Производственное оборудование.                                                                                                                                                                               |
| 025                                      | НИЛЭМЭ учебно-научная                                                              | 95,9 | 5  | Электронные микроскопы<br>ЭМВ-100БР<br>ЭМ-125<br>Электроннограф ЭГ-100М<br>Вакуумный пост ВУП-4, ВУП-2К<br>Растровый электронный микроскоп BS-300<br>Вакуумный пост с безмасляными средствами откачки -2 шт. |

|      |                                           |       |    |                                                                                                                  |
|------|-------------------------------------------|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 032  | НИЛЭМЭ<br>учебно-научная                  | 40,65 | 4  | Электронный микро-<br>скоп<br>ПРЭМ-200<br>Вакуумные установки:<br>УВН-84-П1, УСУ-4<br>Оже-спектрометр –<br>ОЭС-3 |
| 033  | НИЛЭМЭ<br>учебно-научная                  | 37,38 | 5  | Электронные микро-<br>скопы<br>ЭМВ-100АК<br>ЭМ-125<br>Вакуумные посты:<br>ВУП-5-2 шт                             |
| 034  | НИЛЭМЭ<br>научная                         | 11,6  | 1  | Рентгеновский дифрак-<br>тометр Дрон-4-07                                                                        |
| 01   | НИЛЭМЭ<br>научная                         | 27,1  | 2  | Установка импульсного<br>фотонного отжига<br>УОЛП-1                                                              |
| К-07 | Лаборатория<br>«Холодильная техника»      | 80    | 20 | Лабораторные стенды<br>Холодильный шкаф<br>Холодильный ларь                                                      |
| К-08 | Лаборантская                              | 21    | 3  | -                                                                                                                |
| К-09 | Помещение азотного от-<br>деления         | 90    | 4  | Азотные станции:<br>АЖА-004<br>ЗИФ-1002                                                                          |
| К-02 | Лаборатория «Физики<br>низких температур» | 37    | 20 | Лабораторные стенды                                                                                              |
| К-03 | Помещение гелиевого<br>отделения          | 90    | 4  | Станция Г-45                                                                                                     |
| К-05 | Лаборатория<br>«Вакуумной техники»        | 37    | 10 | Лабораторные стенды                                                                                              |
| К-01 | Лаборатория научных<br>исследований       | 16    | 2  | Стенды научных иссле-<br>дований                                                                                 |

Для обучения бакалавров используются следующие технические средства и программные комплексы (табл. 3).

Таблица 3

**Технические средства, применяемые в учебном процессе**

| Наименование<br>дисциплины                                   | тип<br>ЭВМ<br>ТСО | Используемое<br>программное<br>обеспечение | Лек<br>ции<br>(час) | Прак<br>тика<br>(час) | Лаб.<br>ра-<br>боты<br>(час) | Кур-<br>совое<br>проект-<br>тиро-<br>вание | Ди-<br>плом-<br>ное<br>проект-<br>тиро-<br>вание | Всего<br>часов |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
| Моделирование и<br>проектирование<br>микро и наноси-<br>стем | ПК                | Prowiz 1D                                  |                     | 36                    |                              | 54                                         |                                                  | 90             |
| Физико-                                                      | ПК                | MathCAD                                    |                     | 18                    |                              |                                            |                                                  | 18             |

|                                                        |    |                                    |  |          |    |  |  |     |
|--------------------------------------------------------|----|------------------------------------|--|----------|----|--|--|-----|
| химические основы процессов микро и нанотехнологии     |    |                                    |  |          |    |  |  |     |
| Технология производства микро- и наносистемной техники | ПК | MathCAD                            |  | 24       |    |  |  | 24  |
| Материаловедение наноструктурированных материалов      | ПК | OriginPro8                         |  | 18       | 18 |  |  | 36  |
| Учебная практика                                       | ПК | AutoCAD<br>Компас-3D<br>OriginPro8 |  | 60<br>60 |    |  |  | 120 |

#### **5.4 Характеристики среды вуза, обеспечивающие развитие общекультурных (социально-личностных) компетенций выпускников**

В университете сформирована социокультурная среда, созданы условия, необходимые для всестороннего развития личности.

Внеучебная 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 внеучебной 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).

## **6 ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ВЫПУСКНИКОВ**

Итоговая аттестация выпускника является обязательной и осуществляется после освоения основной образовательной программы по профилю «Компоненты микро- и наносистемной техники» в полном объеме. Государственная итоговая аттестация (ГИА) бакалавра включает защиту бакалаврской 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 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и настоящей основной образовательной программы.

К государственной итоговой аттестации допускается лицо, завершившее обучение по данной основной образовательной программе.

После прохождения государственной итоговой аттестации, выпускнику присваивается квалификация (степень) бакалавра и выдается документ государственного образца о высшем профессиональном образовании.

### **6.1 Требования к выпускной квалификационной работе**

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавра должна соответствовать видам и задачам его профессиональной деятельности. ВКР представляется в форме рукописи с соответствующим иллюстрационным материалом и библиографией.

Тематика и содержание ВКР соответствуют уровню компетенций, полученных выпускником в объеме базовых дисциплин профессионального цикла ОПОП бакалавра и дисциплин выбранного студентом профиля. ВКР выполняется под руководством опытного специалиста – преподавателя выпускающей кафедры или специалиста профильного промышленного предприятия (производственной организации). В том случае, если руководителем является специалист производственной организации, назначается куратор от выпускающей кафедры. ВКР содержит реферативную часть, отражающую общую профессиональную эрудицию автора, а также самостоятельную исследовательскую часть, выполненную индивидуально или в составе творческого коллектива по материалам, собранным или полученным студентом самостоятельно в период прохождения производственной и рассредоточенной учебной практик, а также непосредственно в период подготовки ВКР (в течение восьмого семестра). Темы ВКР предлагаются научным руководителем или, в исключительных случаях, самими студентами. В основе темы ВКР могут быть материалы научно-исследовательских или научно-производственных работ кафедры, факультета, научных или производственных организаций.

Самостоятельная часть ВКР представляет собой законченное исследование, позволяющее сформулировать некие выводы и свидетельствующее об уровне профессионально-специализированных компетенций автора.

Сроки выполнения выпускных работ в текущем учебном году устанавливаются в соответствии с учебным планом направления «Нанотехнологии и микросистемная техника» профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники» и графиком учебного процесса.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата и написавший выпускную квалификационную работу должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими научно-исследовательской деятельности.

**Компетенции, приобретаемые студентом в процессе проведения государственной итоговой аттестации**

|       |                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-5  | способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия                                                                     |
| ОПК-1 | способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики                                                    |
| ОПК-5 | способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                                                                  |
| ОПК-6 | способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий         |
| ПК-2  | готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                                                                                             |
| ПК-3  | готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций                                                                                 |
| ПКВ-1 | готовность учитывать тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности                                                                                  |
| ПКВ-3 | готовность использовать фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному                                       |
| ПКВ-5 | готовность аргументировано выбирать физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники |
| ПКВ-7 | готовность использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники                                                                   |

В результате прохождения государственной итоговой аттестации студент должен:

**Знать:**

- тенденции развития современной науки, техники и технологии по выбранному профилю в своей профессиональной деятельности (ПКВ-1);
- фундаментальные закономерности, влияющие на изменение свойств материалов и структур при переходе от объемного состояния - к тонкопленочному или наноразмерному (ПКВ-3);
- техническую и научную терминологию (ПКВ-1);
- физические или химические методы получения наноструктур и наноструктурированных материалов исходя из требований разработки новых материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-5);
- базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники (ПКВ-7);
- методики синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2).

**Уметь:**

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований (ПК-3);
- применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере (ОПК-5);
- применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области нанотехнологий (ОПК-1);
- систематически работать над периодической научной литературой; критически осмысливать и обобщать изучаемый материал (ОПК-6);
- грамотно и четко излагать свои мысли; ставить и решать отдельные конкретные задачи, возникающие в экспериментальных исследованиях (ОК-5);
- выполнять экспериментальные измерения конкретных изучаемых объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-2);
- осуществлять графическое построение экспериментальных зависимостей, анализ и интерпретацию полученных результатов (ПК-3).

**Владеть:**

- навыками выступления перед аудиторией (ОК-5);
- навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин к интерпретации полученных результатов (ОПК-1);
- знаниями современных тенденций развития исследований по проблемам нанотехнологий и микросистемной техники (ПКВ-1);
- навыками самостоятельной работы на исследовательской аппаратуре (ПК-2);
- навыками представления результатов исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

## **6.2. Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)**

Тематика ВКР направлена на решение профессиональных задач научно-исследовательской деятельности.

Общие требования к структуре и оформлению ВКР, выполняемых студентами, обучающимися в ВГТУ и завершающими освоение основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, изложены в «Правилах оформления выпускной квалификационной работы» ФГБОУ ВО «ВГТУ» (Пр 2.01.02-2015), утвержденных 29 декабря 2015 г.

Независимо от объема, текст ВКР должен содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть, состоящая из
  - литературного обзора,
  - описания экспериментальной установки и методики исследования образцов,
  - результатов экспериментальных исследований и их обсуждения;
- заключение;
- список литературы;

Порядок защиты выпускной квалификационной работы бакалавра определяется «Положением о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в ВГТУ» ФГБОУ ВО «ВГТУ» (П 2.01.20-2015) от 15 октября 2015 г.

Программа государственной итоговой аттестации и требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения, критерии оценки результатов защиты выпускных квалификационных работ, утвержденные в установленном порядке, а также порядок подачи и рассмотрения апелляций доводятся до сведения обучающихся не позднее, чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

**Приложения:**

1. ФГОС.
2. Справочник компетенций.
3. Распределение компетенций.
4. Программы практик.
5. Программа итоговой государственной аттестации.
6. Лист согласования ООП с работодателем.
7. Программы дисциплин.