



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

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор

С.А. Колодяжный

(подпись)

\_\_\_\_\_ 2017 г.

**Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования**

**Направление подготовки**

**16.04.01 «Техническая физика»**

(код, наименование направления подготовки  
(специальности))

**Квалификация выпускника**

**магистр**

(бакалавр, магистр, специалист)

**Направленность: Прикладная физика твердого тела**

(наименование профиля, магистерской программы, специализации по УП)

**Форма обучения очная**

(очная, очно-заочная, заочная)

**Срок освоения ОПОП 2 года**

**Выпускающая кафедра Физики твердого тела**

(наименование выпускающей кафедры)

Воронеж 2017 г.

**Программа рассмотрена на заседании МКНП 16.04.01–Техническая физика**

**Председатель МКНП**

**Калинин Ю.Е.**  
(Ф.И.О.)

Протокол № \_\_\_\_\_ от 16.01.2017 г.

**Заведующий выпускающей кафедры**

**Калинин Ю.Е.**  
(Ф.И.О.)

Протокол № \_\_\_\_\_ от 16.01.2017 г.

Программа рассмотрена на заседании ученого совета факультета РТЭ

**Декан факультета РТЭ**

**Небольсин В.А.**  
(Ф.И.О.)

Протокол № 8 от 20.01.2017 г.

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета ВГТУ

**Проскурин Д.К.**  
(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 31 января 2017 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 №\_\_\_)

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

## **Введение**

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки магистров 16.04.01 «Техническая физика» является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) по данному направлению подготовки и включает, согласно ФГОС ВО, учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы практик и научно-исследовательской работы, итоговой государственной аттестации, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Представленный вариант ОПОП разработан для магистерской программы «Прикладная физика твердого тела», которая реализуется на кафедре физики твердого тела ФГБ ОУ ВО «ВГТУ».

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Используемые определения и сокращения

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

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

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

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

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

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

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

**примерная основная образовательная программа (ПООП):** учебно-методическая документация (примерный учебный план, примерный календарный учебный график, примерные рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей, иных компонентов), определяющая рекомендуемый объем и содержание образования определенного уровня и/или определенной направленности;

**основная профессиональная 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;

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

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

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

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

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

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

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

#### **Используемые сокращения:**

**ВПО** – высшее профессиональное образование;

**ЗЕТ** – зачетная единица трудоёмкости;

**ИФ** – интерактивная форма обучения;

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

**ОК** – общекультурные компетенции;

**ПК** – профессиональные компетенции;

**ПООП ВО** – примерная основная образовательная программа высшего образования;

**РПД** – рабочая программа дисциплины;

**УП** – учебный план;

**УМКД** – учебно-методический комплекс дисциплины;

**УМО** – учебно-методическое объединение;

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

## **1.2 Используемые нормативные документы**

- Нормативной базой ОПОП ВО являются:
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 16.04.01 – Техническая физика, утвержденный 21 ноября 2014 года, № 1486.;
- Устав ВГТУ;
- Нормативные документы ВГТУ, на основании которых организуется образовательный процесс в университете.
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г. № 1367.
- 

### **1.3 Обоснование выбора направления подготовки магистров по программе «Прикладная физика твердого тела»**

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 16.04.00, в частности 16.04.01 - «Техническая физика». По направлению 16.04.01 - «Техническая физика» на предприятиях региона востребованы специалисты профиля: «Физическая электроника» и магистерской программы «Прикладная физика твердого тела». Выпускники магистерской программы «Прикладная физика твердого тела» 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», ОАО «ВАСО», предприятия радиоэлектронного комплекса Борисоглебска, Богучара, Нововоронежа, Липецка, Белгорода, Тамбова и других городов региона. Многие из выпускников поступают в аспирантуру, защищают кандидатские диссертации и трудоустраиваются как на выше перечисленные предприятия, так и в высшие учебные заведения г. Воронежа.

Подготовку кадров по направлению «Техническая физика» и магистерской программе «Прикладная физика твердого тела» ведет коллектив профессорско-преподавательского состава кафедры физики твердого тела, которая входит в состав базового научно-образовательного центра «Прикладной физики твердого тела, электромеханики и машиностроения», созданного на базе ОАО «Корпорация НПО «РИФ». Совместно с испытательным комплексом ОАО Конструкторское бюро «Химвтоматика» 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 функционируют Научно-образовательный центр 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. ФГБОУ ВО «ВГТУ».
4. Главное управление по промышленности, транспорту, связи и инновациям Воронежской области.

На базовом НОЦ проводятся все виды практик (научно-исследовательской, педагогической), выполняются лабораторные, курсовые и выпускные квалификационные 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 базового НОЦа.

Профессорско-преподавательский состав кафедры включает 6 профессоров, докторов наук, из них 1 заслуженный деятель науки РФ и 1 заслуженный работник высшего профессионального образования 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 магистров. В последние годы кафедра принимала участие в выполнении различных НИР и грантов, в том числе международных: «Физические свойства твердотельных гетерогенных сред со структурной размерностью различного масштаба» (руководитель проф. Калинин Ю.Е.), Грант INTAS 2001-2399 «Синтез и исследование эндодральных металлофуллеренов и пленок на их основе», Грант МНТЦ № 1580 «Разработка и исследование детекторов для обнаружения и регистрации водорода», многих грантов РФФИ, программы развития научного потенциала высшей школы (проект РНП 2.1.1/4406) и НИР «Модернизация лаборатории входного и выходного контроля ОАО «ВАСО»» в рамках комплексного проекта «Создание высокотехнологичного производства авиационных агрегатов гражданских самолётов нового поколения с применением концепции гибких производств (гибких производственных систем) для постановки в серийное производство регионального самолёта АН-148» программы Развития кооперации российских вузов и производственных предприятий и

других. На кафедре успешно функционируют аспирантура и докторантура по специальностям: 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» и 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах». Только за последние годы на кафедре защищено 5 докторских диссертации (Голев И.М., Иванов О.Н., Стогней О.Н., Коротков Л.Н., Ситников А.В.) и несколько десятков кандидатских (ежегодно защищается 2-5 кандидатских диссертаций). В настоящее время на кафедре проходят обучение 21 аспирант и 1 докторант. Преподаватели кафедры тесно сотрудничают с учеными многих академических институтов (ФТИ им. Иоффе, ИК, ИСПМ им. Н.С. Ениколопова, ИФТТ и др.), отраслевых НИИ (ЦНИЧерМет, НИИ «Домен», Курчатовский и др.), высших учебных заведений России (МГУ им. М.В.Ломоносова, СПЭТУ, ТГУ, ВГУ, МИСиС и др.) и за рубежом (БГУ (Минск), ИФТТгП (Минск), Университет Мартина-Лютера (Галле, Германия) и др.).

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 магистерской программе «Прикладная физика твердого тела». Научным руководителем магистерской программы «Прикладная физика твердого тела» является заслуженный работник высшего профессионального образования РФ Калинин Юрий Егорович, заведующий кафедрой физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук.

Научными руководителями студентов-магистрантов являются ведущие профессора кафедры ФТТ:

- Гриднев Станислав Александрович, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ.
- Коротков Леонид Николаевич, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук.
- Ситников Александр Викторович, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, доцент, доктор физико-математических наук.
- Стогней Олег Владимирович, профессор кафедры физики твердого тела ВГТУ, профессор, доктор физико-математических наук.



## **2 Цели основной профессиональной образовательной программы**

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

В области обучения общими целями ОПОП 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.

## **3 Область профессиональной деятельности**

В соответствии с ФГОС ВО область профессиональной деятельности магистров включает совокупность средств и методов человеческой деятельности, связанных с выявлением, исследованием и моделированием новых физических явлений и закономерностей, с разработкой на их основе, созданием и внедрением новых технологий, приборов, устройств и материалов различного назначения в наукоемких областях прикладной и технической физики.

## **4 Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, являются физические процессы и явления, определяющие функционирование, эффективность и технологию производства физических и физико-технологических приборов, систем и комплексов различного назначения, а также способы и методы их исследования, разработки, изготовления и применения.

## **5 Виды профессиональной деятельности**

Магистр по направлению подготовки **16.04.01 Техническая физика** должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-инновационная;**
- научно-исследовательская;**
- научно-педагогическая;**
- производственно-технологическая;**
- проектно-конструкторская;**
- организационно-управленческая.**

## **6 Профиль и доминирующий вид профессиональной деятельности**

Предлагаемая ОПОП предназначена для магистров магистерской программы «Прикладная физика твердого тела», доминирующими видами профессиональной деятельности которых предполагаются научно-исследовательская и научно-педагогическая. Доминирующие виды профессиональной деятельности определяются следующими дисциплинами вариативной части ОПОП:

1. Специальные вопросы микро- и нанотехнологий.
2. Физика полярных диэлектриков.
3. Тонкопленочные материалы и структуры.
4. Компоненты силовой электроники.
5. Термоэлектрические материалы и устройства на их основе.
6. Технология нанесения покрытий.
7. Педагогическая практика.
8. Научно-исследовательская практика
9. Научно-исследовательская работа.

## **7 Задачи профессиональной деятельности**

Магистр направления «Техническая физика» должен решать следующие задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

По доминирующему виду деятельности выпускник должен быть подготовлен к решению задач:

### научно-исследовательской:

сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме научного исследования в избранной области технической физики;

формулирование задачи и плана научного исследования, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

выбор оптимального метода и разработка программ научных исследований, проведение их с разработкой новых и выбором существующих технических средств, обработка и анализ полученных результатов;

построение математических моделей физико-технических объектов и процессов и обоснованный выбор инструментальных и программных средств реализации этих моделей;

выполнение математического моделирования и оптимизация параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств;

оформление отчетов, статей, рефератов по результатам научных исследований;

осуществление наладки, настройки и опытной проверки наукоемких физических и физико-технических приборов, систем и комплексов;

### научно-педагогической:

участие в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также результатов собственной профессиональной деятельности;

постановка и модернизация отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам программы магистратуры;

проведение учебных занятий с обучающимися, участие в организации и руководстве их практической и научно-исследовательской работы;

применение и разработка новых образовательных технологий, включая системы компьютерного и дистанционного обучения;

## **8 Результаты освоения ОПОП**

В результате обучения по программе «Прикладная физика твердого тела» у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции, способствующие социальной мобильности, конкурентоспособности и устойчивости на отечественном и мировом рынке труда и позволяющие выполнять различные задачи, сформулированные работодателями.

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

- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-1);

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2);

- готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3);

- способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности (ОК-4);

- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-5);

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6).

### **8.2 Профессиональные компетенции (ПК), которыми должен обладать выпускник**

#### **8.2.1 Общепрофессиональные**

- способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры) (ОПК-1);

- способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук (ОПК-2);

- готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-3);

- готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);

- способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту (ОПК-5).

### **8.2.2 Научно-исследовательская деятельность**

- способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);

- способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ПК-6);

- готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов (ПК-7);

- способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций (ПК-8).

### **8.2.3 Научно-педагогическая деятельность**

- готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по направленности (профилю) программы магистратуры, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов (ПК-9);

- способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся (ПК-10);

- способность применять и разрабатывать новые образовательные технологии (ПК-11).

## **8.2.8 Устанавливаемые вузом компетенции**

Выпускник, прошедший подготовку по магистерской программе «Прикладная физика твердого тела» направления подготовки 16.04.01 «Техническая физика» с квалификацией (степенью) «магистр» в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы должен обладать следующими дополнительными профессиональными компетенциями:

**Компетенции доминирующих видов профессиональной деятельности:**

### **1) научно-исследовательская деятельность:**

- способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики твердого тела, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств (ПКВ-1);

- способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах (ПКВ-2).

- теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства твердотельных приборов и устройств (ПКВ-3).

### **2) Научно-педагогическая деятельность**

- готовность принимать непосредственное участие в профориентационной работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке рекламного материала по направлению подготовки (ПКВ -4).

## **9 Требования, предъявляемые к абитуриенту**

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

## **10 Учебный план (Приложение 1)**

## 11. Аннотации программ дисциплин

### Аннотация дисциплины

#### Б1.Б.1. «Философские проблемы технической физики»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 час.).

#### Цели и задачи дисциплины:

Изучение исторических этапов развития и философских проблем науки и технического знания с целью выработки историко-философского подхода к анализу современных научных проблем и путей развития науки и технического знания.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Исторические этапы развития науки и технического знания. Философские проблемы науки и технического знания. Наука и общество. Наука и человек.

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

ОК-1	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОК-2	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-6	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК-3	готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**В результате изучения дисциплины «Философские проблемы технической физики» студент должен:**

**знать:** основные особенности научного метода познания; методологические теории и принципы современной технической физики; историю развития и современные проблемы технической физики, их философско-этический контекст, связь с другими разделами естествознания; стратегию научного поиска; основные логические методы и приемы научного исследования;

**уметь:** осуществлять методологическое обоснование научного исследования; взаимодействовать со специалистами в других предметных областях; пользоваться историко-философским подходом при выборе путей решения научно-технических проблем; осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;

**владеть:** методологией научных исследований: способностью работать в междисциплинарном коллективе; методами управления знаниями; приемами историко-философского анализа научных проблем и путей развития науки и технического знания.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

## Аннотация дисциплины

### Б1.Б.2. «Математическое моделирование в технической физике»

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 час.).**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

изучение методов математического моделирования и описания моделей в объектно-ориентированных языках программирования.

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

Описание сред. Нормировка. Базис. Квазипотенциалы Ферми. Начальные приближения. Алгебраизация двумерных уравнений Пуассона и непрерывности. Методы решения линейных систем. Совместное решение уравнений Пуассона и непрерывности. Метод конечных элементов. Моделирование электронных схем. Специальные методы моделирования. Методы оптимизации. Классы и объектно-ориентированное программирование. Высокоуровневые языки программирования в моделировании схем.

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

ОК-4	способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту

**В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» студент должен:**

**знать:** основные понятия закономерности и методы математического моделирования изучаемых систем технической физики;

**уметь:** самостоятельно выбрать адекватную модель изучаемой системы, составить алгоритм расчета, составить программу (в необходимых случаях – воспользоваться известными пакетами прикладных программ) и произвести необходимые вычисления на компьютере;

**владеть:** - методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента,

- методами организации дистанционного обучения;

- технологиями и средствами проведения видеоконференций.

- методами математического моделирования объектов технической физики.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.Б.3. «Деловой английский язык»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час).**

**Цели и задачи дисциплины:**

Приобретение коммуникативной компетенции, позволяющей будущим специалистам владеть элементарными навыками межкультурного профессионального общения и чтения научной литературы на английском языке.

**Задачи изучения дисциплины:**

формирование и совершенствование навыков чтения и понимания оригинальной литературы на английском языке по физике конденсированного состояния; системное повторение грамматического материала с функциональной направленностью объяснения и иллюстрацией грамматических явлений лексикой по широкому профилю направления «Техническая физика»; выработка у студентов приёмов и навыков реферирования и перевода текстов по специальности; ознакомление студентов с современной научной терминологией на английском языке и формирование базовых навыков говорения и аудирования на основе изученного материала; развитие умения самостоятельно совершенствовать знания по английскому языку.

**Основные дидактические единицы (разделы).**

Лексика. Грамматика. Чтение. Говорение. Аудирование. Письменная речь. Технический перевод.

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

ОК-3	готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения
ОПК-4	готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

основы базовой грамматики изучаемого языка в функциональном аспекте; современную иностранную терминологию в сфере своей специальности; назначение и принцип использования важнейших лингвистических справочных материалов.

**уметь:**

читать и понимать литературу по специальности без словаря; 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.

**владеть:**

навыками чтения и перевода литературы на английском языке по специальности; навыками говорения и аудирования на английском языке в



сфере профессиональной коммуникации; навыками правильной организации самостоятельной работы с иноязычными источниками информации.

**Виды учебной работы:** практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

## Аннотация дисциплины

### Б1.Б.4. «Информационные технологии в технической физике»

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 час.).**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области современных информационных систем и технологий, обосновать их роль в науке и образовании, сформировать навыки аналитической работы в среде новых информационных технологий.

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

Стадии компьютерной поддержки физического эксперимента. Способы включения сенсорных устройств в измерительный тракт. Основы автоматизации научных исследований, средства автоматизации и обмена информацией в автоматизированных измерительных системах. Графический язык программирования LabVIEW, приборные интерфейсы и протоколы обмена информацией с компьютером. Практические методы численной обработки измеряемых сигналов и получения корректных физических результатов.

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

ОК-4	- способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, готовность оценивать качество результатов деятельности
ОК-5	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОПК-1	способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП «Прикладная физика твердого тела»)
ОПК-2	демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
ОПК-3	готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**В результате изучения дисциплины «Информационные технологии в технической физике» студент должен:**

**Знать:** новейшие достижения фундаментальной науки и возможности их использования на практике; современные проблемы прикладной и технической физики по профилю подготовки, математические методы их анализа; перспективы развития и использования достижений технической физики в различных областях науки и техники; физические принципы и явления, используемые для совершенствования известных и создания новых физико-технических объектов и технологий; основные понятия закономерности и методы применения информационных технологий при изучении систем технической физики;

**уметь:** - применять физические принципы и явления при решении прикладных задач; использовать информационные ресурсы и технологии в профессиональной деятельности; проектировать и разрабатывать компьютерные измерительные системы; осуществлять аналоговую и цифровую обработку измеряемых сигналов и документировать данные эксперимента;

**владеть:** - методами интерпретации физических явлений; методикой сбора и обработки информации и использования ее в профессиональной деятельности; методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента, методами организации дистанционного обучения; технологиями и средствами проведения видеоконференций.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом.

## Аннотация дисциплины

### Б1.Б5 «Современные проблемы технической физики и энергетики»

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).**

#### **Цели и задачи дисциплины.**

Изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной технической физики и энергетики с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области прикладной физики твердого тела.

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

От гигаваттной электроники до микропроцессора. Термоэлектрические и солнечные преобразователи энергии сегодня и завтра. Водород и топливные элементы. Физические основы криоэлектроники. Магнитная и сегнетоэлектрическая память. Широкозонные полупроводниковые соединения: прорыв в будущее. Карбид кремния и его применение в электронных устройствах и технике. Аморфный и поликремний для электроники. Углеродные кластеры в новейшей наноэлектронике: фуллерены, фуллериты, нанотрубки, нановолокна, графены. Конденсированные среды с фрактальной структурой. Высокотемпературные, комнатотемпературные сверхпроводники и перспективы их применения.

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

ОК-6	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций
ПК-5	способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты

**В результате изучения дисциплины «Современные проблемы технической физики и энергетики» студент должен:**

**знать:** основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития технической физики и энергетики, а также смежных областей науки и техники; передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области прикладной физики твердого тела;

**уметь:** оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области технической физики;

**владеть:** современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях технической физики, энергетики, микро- и наноэлектроники.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.В.ОД.1. «Специальные вопросы микро- и нанотехнологий»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).**

**Цели и задачи дисциплины**

Формирование у студента универсальных, предметно-специализированных компетенций, способствующих уверенной ориентации будущих магистров в области современной микро- и нанотехнологии, а также в области создания, разработки и применения новых наноразмерных объектов, наноструктур и наноструктурированных материалов, и обеспечивающих социальную мобильность, конкурентоспособность и устойчивость выпускников на современном рынке труда.

**Основные дидактические единицы (разделы).**

Суть и особенности нанотехнологий. Систематизация объектов, полученных с помощью нанотехнологий. Принципы процессов самоорганизации. Методы получения неупорядоченных металлических сплавов. Методы закалки из газовой фазы, закалка из расплава, твердофазная аморфизация. Критерии аморфизации. Влияние структурной неупорядоченности на физические свойства АМС. Наночастицы. Причины измененных свойств наночастиц. Классический и квантовый размерные эффекты. Энергетический спектр наночастиц. Методы и технологические приемы получения наночастиц. Принципы и основные методы получения нанокристаллических материалов. Зависимости магнитных свойств нанокристаллических материалов от размера зерна. Влияние обменного взаимодействия на процессы перемагничивания нанокристаллических магнетиков. Технология получения магнитомягких (Finemet) и магнито жестких (NdFeB) нанокристаллических материалов. Закон Холла-Петча. Технология получения нанокомпозитных и нанопористых материалов. Пути повышения разрешающей способности традиционных методов литографии. Литографические процессы: оптическая, рентгеновская, ионная, электронная. Оптическая литография высокого разрешения. Технология зондовой микроскопии. Зондовые методы литографии. Наноимпринтинг. Нанoeлектроника.

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

ОК-6	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК-2	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук

**В результате изучения дисциплины «Специальные вопросы микро- и нанотехнологий» студент должен:**

**знать:** основные принципы нанотехнологий; основные типы объектов, получаемых с помощью нанотехнологий; основные физические причины, приводящие к изменению свойств объектов нанотехнологии по сравнению с объемными материалами; основные особенности физических свойств наноструктурированных объектов; методы и технологии создания наноструктурированных и наноразмерных объектов; основные тенденции развития микро- и наноэлектроники.

**уметь:** объяснить основные наблюдаемые эффекты в наноструктурах и наноматериалах с позиции фундаментальных физических взаимодействий; осуществить выбор методики и технологии при необходимости получения наноразмерных объектов или наноструктурированных материалов; качественно выбрать режимы технологического процесса для получения требуемых характеристик у формируемого наноструктурированного объекта; понимать физическую суть и разбираться в технологических аспектах новых методов и технологий, освоение которых потребуется в будущей профессиональной деятельности.

**владеть:** навыками использования основных физических законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками прогнозирования структуры и свойств материалов исходя из анализа технологии их получения; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов нанотехнологии и объектов её реализации.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

## Аннотация дисциплины

### Б 1.В.ОД.2. «Физика полярных диэлектриков и устройства на их основе»

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

#### Цели и задачи дисциплины.

Формирование у студента универсальных, предметно-специализированных компетенций, способствующих уверенной ориентации будущих магистров в области физики диэлектриков и полярных нелинейных диэлектрических материалов, способах их получения и закономерностях, определяющих влияние поляризованности материалов на их физические свойства.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Поляризация диэлектриков. Основные классы полярных диэлектриков. Особенности свойств сегнетоэлектриков. Теории возникновения сегнетоэлектричества в диэлектриках. Доменная структура сегнетоэлектриков. Электропроводность полярных диэлектриков. Внутреннее трение в сегнетоэлектриках.

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

ОК-3	готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности; способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения
ПК-5	способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты

**В результате изучения дисциплины «Физика полярных диэлектриков» студент должен:**

**знать:** структурные особенности полярных кристаллических диэлектриков; основные методы получения электрических материалов; основные физические механизмы, приводящие к возникновению спонтанной поляризации в кристаллических диэлектриках; основные особенности физических свойств полярных диэлектриков; основные области применения полярных диэлектрических материалов;

**уметь:** объяснить основные наблюдаемые эффекты в полярных диэлектрических материалах с позиции фундаментальных физических взаимодействий; осуществлять выбор компонент и выбирать режимы технологического процесса для получения требуемых характеристик у формируемого полярного диэлектрика; выбирать необходимые методики для исследования физических свойств поляризованных диэлектрических материалов;



**владеть:** навыками использования основных физических законов и принципов в практических приложениях; навыками исследования физических свойств полярных диэлектрических материалов; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов полярных диэлектриков.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.В.ОД.3. «Компоненты силовой электроники»**

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

**Цели и задачи дисциплины:**

Целью дисциплины является ознакомление студентов с принципами функционирования устройств силовой электроники и их современной элементной базой. Основная задача курса состоит в изучении физических процессов в мощных полупроводниковых вентилях. Курс является важным звеном в процессе подготовки специалистов в области прикладной физики, связывающим материаловедческую компоненту знаний с компонентой, относящейся к задачам конструирования мощных электронных приборов и силовых устройств на их основе.

**Основные дидактические единицы (разделы).**

Введение в силовую электронику. Силовые диоды. Мощные биполярные транзисторы. Динисторы, тиристоры, симисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п – переходом. Полевые и биполярные транзисторы с изолированным затвором.

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

ОПК-5	способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПКВ-1	способность аргументировано идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики твердого тела, проектирования, технологии изготовления и применения новых функциональных материалов и устройств
ПКВ-2	способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах

**В результате изучения дисциплины «Компоненты силовой электроники» студент должен:**

**знать:**

основные типы силовых полупроводниковых приборов, их характеристики и физические принципы функционирования; иметь представление о современных направлениях развития современной силовой электроники и ее элементной базы;

**уметь:**

осуществлять оптимальный выбор компонентов силовой электроники для силовых установок;

**владеть:**

навыками организации процессов измерения статических и динамических характеристик элементов силовой электроники.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

## Аннотация дисциплины

### Б1.В.ОД.4. «Структурные и фазовые методы анализа»

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

#### Цели и задачи изучения дисциплины

Изучение методов исследования структуры кристаллов, основных положений методов дифракционного и спектрального анализа. Выработка навыков правильного выбора методов исследования особенностей структуры различных материалов и решения прикладных задач структурного анализа.

#### Основные дидактические единицы (разделы)

Понятие структуры, методы исследования. Физика рентгеновских лучей. Непрерывный и характеристический спектры. Преломление и поглощение рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Общая теория дифракции на кристаллической решетке (обратная решетка, теория возникновения дифракционного максимума, сфера Эвальда). Множители интенсивности. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеноструктурного анализа для исследований материалов. Физические основы электронной микроскопии. Узлы просвечивающего электронного микроскопа. Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Приготовление образцов для электронной микроскопии. Устройство растрового электронного микроскопа. РЭМ: создание изображения характеристическим рентгеном, отраженными электронами, сигналом вторичных электронов. Рентгеновский микроанализ: физические основы метода. Метод анализа энергетических потерь электронов. Сравнение с методом рентгеновского микроанализа. Особенности рассеяния нейтронов веществом. Сравнение с рентгеновскими лучами и электронами. Получение нейтронограмм и основные применения нейтронографии. Спектральные методы. Оптическая спектроскопия. ИК-Фурье-спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеноэлектронная спектроскопия. Магниторезонансная спектроскопия. Масс-спектроскопия. Гамма-резонансная (мессбауэровская) спектроскопия. Позитронная аннигиляционная спектроскопия.

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

ОПК-1	Способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры)
ПК-6	способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:** методы и приемы научного исследования; современные методы теоретического и экспериментального исследования структуры вещества и методы определения состава, их возможности и границы применимости;

**уметь:** осуществлять методологическое обоснование научного исследования; выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию результатов исследования;

**владеть:** методиками проведения исследований с помощью современных физических и физико-химических методов; навыками анализа научного исследования и его результатов.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

## Аннотация дисциплины

### Б1.В.ОД.5 «Термоэлектрические материалы и устройства на их основе»

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).**

#### Цели и задачи дисциплины:

Формирование у будущих магистров знаний физики термоэлектрических явлений, материалов, используемых в термоэлектрических устройствах и подготовка к решению основных задач профессиональной деятельности в области разработки, получения и применения термоэлектрических генераторов и систем жизнеобеспечения.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Термоэлектрические эффекты. Физические принципы оптимизации материалов для термоэлементов. Методы определения параметров термоэлектрических материалов. Свойства термоэлектрических материалов. Термопары. Термоэлектрические генераторы. Термоэлектрические охлаждающие устройства. Термоэлектрические приемники излучения. Термоэлектрические тепловые насосы. Другие термоэлектрические приборы и устройства.

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

ПК-7	готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
ПКВ-2	способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах

#### В результате изучения дисциплины «Термоэлектрические материалы и устройства на их основе» студент должен:

**знать:** физические процессы, протекающие в термоэлектрических модулях; основные свойства и характеристики наиболее часто используемых в науке и практике термоэлектрических материалах; основные способы получения и технологию термоэлектрических материалов; конструкции термоэлектрических генераторов и охлаждающих систем;

**уметь:** выбирать составы и способы получения материалов для обеспечения заданной структуры и свойств; анализировать качество материала в связи с составом и технологией получения; разрабатывать технологические схемы производства термоэлектрических изделий; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций; использовать для выполнения отдельных операций стандартное вакуумное технологическое оборудование; владеть основными навыками работы на таком оборудовании

**владеть:** навыками исследования параметров термоэлектрических материалов; представлениями о перспективах и тенденциях развития технологии изделий термоэлектрической энергетики;

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.В.ОД.6 «Технология нанесения покрытий»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 53ЕТ (180 час.).**

**Цели и задачи дисциплины:**

Целью изучения дисциплины является формирование у студента универсальных, предметно-специализированных компетенций, способствующих уверенной ориентации будущих магистров в области современных технологий упрочнения поверхности материалов. Для достижения цели ставятся задачи: ознакомление студентов с ролью поверхности в определении срока службы деталей машин и механизмов, изучение традиционных методов упрочнения поверхности, изучение высокоэнергетических технологий обработки материалов, ознакомление студентов с современными состояниями в области технологий поверхностной обработки материалов.

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

ОПК-1	- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований
ПКВ-3	теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства твердотельных приборов и устройств

**Основные дидактические единицы (разделы)**

Методы нанесения покрытий: химический, электролитический, газотермический. Высокоэнергетические технологии обработки поверхности: плазменные, ионно-лучевые, лазерные. Комбинированные методы обработки поверхности.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**знать:**

- методы нанесения покрытий и технологии обработки поверхности, их преимущества и недостатки;
- основные тенденции развития технологий упрочнения покрытий.

**уметь:**

- объяснить основные особенности методов нанесений покрытий;
- осуществить выбор методики и технологии при необходимости упрочнения поверхности материалов;
- понимать физическую суть и разбираться в технологических аспектах новых методов и технологий, освоение которых потребуется в будущей профессиональной деятельности.

**владеть:**

- навыками использования основных физических законов и принципов в важнейших практических приложениях;

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

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.1.1. «Тонкопленочные материалы и устройства»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час).**

**Цели и задачи дисциплины:**

Формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства тонких пленок, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к тонкопленочному состоянию, которые составляют основу подготовки специалистов в области электронной техники и физики твердого тела.

**Основные дидактические единицы (разделы).**

Методы получения пленок металлов, полупроводников, диэлектриков. Методы контроля структуры и химического состава поверхности подложек и пленок. Механизмы роста пленок. Особенности физических свойств тонких пленок. Примеры практического применения тонких пленок в электронике, вычислительной технике и приборостроении.

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

ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПКВ-3	теоретическая и практическая готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства твердотельных приборов и устройств

**В результате изучения дисциплины «Тонкопленочные материалы и устройства» студент должен:**

**знать:** основные физические явления и основные законы физики тонких пленок; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; методы получения тонких пленок металлов, полупроводников и диэлектриков; закономерности и механизмы роста тонких пленок; электрические и магнитные свойства тонких и островковых пленок; о механических свойствах тонких пленок и напряжениях, возникающих в них в процессе роста;

**уметь:** выбирать метод, режимы распыления и условия осаждения материала для обеспечения формирования требуемой структуры; выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся пленки; истолковывать смысл физических величин и понятий; объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;

**владеть:** навыками исследования физических свойств тонких пленок; навыками применения основных методов физико-математического анализа для



решения естественнонаучных задач; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории при получении и исследовании тонких пленок.

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

## Аннотация дисциплины

### Б1.В.ДВ.1.2. «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4 ЗЕ (144 час.).

#### Цели и задачи дисциплины:

Формирование у студентов систематических знаний о физических процессах, лежащих в основе оптической и квантовой электроники, рассмотреть особенности зонной структуры и свойств фотоэлектрических материалов, принцип действия и особенности конструкций основных приборов и устройств на их основе, подготовить будущих специалистов к теоретически грамотному их применению и дальнейшему изучению специальной литературы по отдельным вопросам данной отрасли.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Оптические переходы в полупроводниках. Правила отбора и законы сохранения. Экситонные эффекты. Особенности зонной структуры и оптических свойств полупроводниковых соединений  $A^3B^5$ ,  $A^2B^6$  и  $A^4B^6$ . Электронные состояния и оптическое поглощение в твердых растворах и сильнолегированных полупроводниках. Люминесценция полупроводников. Квазиуровни Ферми. Механизмы излучательной рекомбинации. Связь спектров поглощения и люминесценции. Квантовый выход и эффективность люминесценции. Фотоэлектрические эффекты в однородных кристаллах. Фотоэлектрические эффекты в неоднородных структурах и р-п-переходах. Гетеропереходы в полупроводниках. Свойства гетеропереходов. Эффект односторонней инжекции. Эффект сверхинжекции. Эффект широкозонного окна. Волноводный эффект. Фотоэлектрические эффекты в р-п гетеропереходах и в варизонных структурах. Оптические эффекты в сверхтонких слоях. Квантовые ямы. Оптические явления в квантово-размерных слоях и сверхрешетках. Мазеры. Твердотельные и жидкостные лазеры. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Фотоприемники и приборы управления оптическим излучением. Оптические методы передачи и обработки информации.

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

ПК-7	готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
ПКВ-2	способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах

#### В результате изучения дисциплины «Фотоэлектрические материалы и устройства на их основе» студент должен:

**знать:** основные физические параметры фотоэлектрических материалов; место оптической и квантовой электроники в современной науке и технике и областях применения соответствующих приборов; принцип действия и особенности

конструкций основных приборов и устройств квантовой и оптической электроники;

**уметь:** использовать физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники;

**владеть:** навыками оценки и измерения параметров материалов и устройств квантовой и оптической электроники.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

**Аннотация дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.2.1. «Нано- микро- и оптомеханические системы»**

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 час.).**  
**Цели и задачи дисциплины.**

**Основные дидактические единицы (разделы).**

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

ПКВ-2	способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту

**В результате изучения дисциплины «** \_\_\_\_\_ **» студент должен:**  
**знать:**

;

**уметь:**

;

**владеть:**

.

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

**Изучение дисциплины** заканчивается экзаменом.

## Аннотация дисциплины

**Б1.В.ДВ.2.2. «Основы проектирования устройств электронной техники»  
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕ. ед. (150 час.).**

### Цели и задачи дисциплины.

Формирование у студентов предметно – ориентированных компетенций, способствующих уверенному ориентированию в основах технической физики, применению на практике их базовых законов и постулатов, владению техникой расчета основных типов систем электронной техники, использованию в процессе проектирования информационных технологий.

### Основные дидактические единицы (разделы).

Основные типы термоэлектрических генераторов; основы проектирования термоэлектрических систем; теплообменные аппараты; конструктивный и прочностной расчеты термоэлектрических аппаратов и конструкций; применение систем компьютерной алгебры при проектировании систем электронной техники.

### Компетенции, приобретаемые студентом в процессе изучения дисциплины

ПКВ-2	- способность самостоятельно разрабатывать новые материалы, элементы, приборы и устройства электронной техники, работающие на новых физических принципах
-------	--

**В результате изучения дисциплины «Основы проектирования низкотемпературных систем» студент должен:**

**знать:** теплообменные и гидравлические характеристики низкотемпературных систем; математические методы, используемые при расчете параметров термоэлектрических генераторов; методы расчета на прочность деталей аппаратуры; особенности проектирования основных типов термоэлектрических генераторов.

**уметь:** применять на практике основные законы технической физики и тепломассообмена; составлять проектное задание и технический проект системы; выполнять макетное проектирование, моделирование и оптимизацию систем электронной техники; применять системы компьютерной алгебры для оптимизации параметров проектируемых установок.

**владеть:** техникой выполнения теплового, конструктивного и прочностного расчетов основных типов термоэлектрических систем; основами проектирования термоэлектрических систем; навыками применения к практическим задачам используемых в промышленности систем компьютерной алгебры.

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

**Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.**

### Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.3.1

#### «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов»

**Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).**

**Цели и задачи дисциплины:** Формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства наноструктурированных материалов, а также влияющих на изменение физических свойств твердых тел при переходе к наноструктурному состоянию, которые составляют основу подготовки специалистов в области электронной техники и физики твердого тела.

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

Наноразмерные структуры в функциональных диэлектриках. Методы получения наноразмерных структур. Симметрия композиционных материалов. Связность в композитах. Пьезоэлектрические композиционные наноматериалы. Функциональные композиты и нанокомпозиты. Размерный эффект в сегнетоэлектриках. Тонкие пленки сегнетоэлектриков и сегнетоэлектрические сверхрешетки. Применение тонких сегнетоэлектрических пленок для создания устройств электронной памяти. Пористые матрицы и методы их получения. Углеродные материалы: графит, пироуглерод, стеклоуглерод, алмаз, органические соединения углерода, фуллерены, фуллериты, нанотрубки, нановолокна, графены и графиты. Фрактальные структуры вещества. Физические свойства веществ в нанокристаллическом состоянии. Применение функциональных наноматериалов. Фундаментальные основы наноструктур. Основные методы исследования, анализа и аттестации наноструктур. Зондовые нанотехнологии. Полимерные композиционные наноматериалы.

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

ОК-6	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**В результате изучения дисциплины «Современные проблемы в изучении наноструктурированных материалов» студент должен:**

**знать:** основные физические явления и основные законы физики наноструктурированного состояния, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; методы получения наноструктурированных систем; механические свойства полимерных композиционных материалов; физические свойства функциональных наноструктурированных систем;

**уметь:** выбирать метод, режимы получения и условия формирования наноструктурного состояния; выявлять факторы, влияющие на механизм роста и структуру формирующейся структуры композитов различного назначения; объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; истолковывать смысл физических величин и понятий;

**владеть:** навыками исследования физических свойств наноструктурированных материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для исследования наноструктурированного состояния; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов наноструктурированных материалов.

**Виды учебной работы:** практические (семинарские) занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетами в течение двух семестров.

## Аннотация дисциплины Б1.В.ДВ.3.2

### «Современные проблемы в изучении диэлектрических материалов»

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 6 ЗЕ (216 час.).

**Цели и задачи дисциплины:** Формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных принципах, определяющих структуру и физические свойства функциональных диэлектрических материалов, которые составляют основу подготовки специалистов в области активных элементов электронной техники и физики твердого тела.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, основные физические свойства. Феноменологическая теория сегнето- и антисегнетоэлектриков. Флуктуации параметра порядка вблизи сегнетоэлектрического фазового перехода второго рода. Феноменологическая теория сегнетоэлектриков с несоразмерной фазой. Свойства реальных кристаллов. Доменная структура и солитоны. Аномальный термический гистерезис в сегнетоэлектрических кристаллах с несоразмерной фазой. Долговременная релаксация поляризации. Материалы, проявляющие свойства релаксоров. Основные свойства релаксорных сегнетоэлектриков (в сравнении с «обычными сегнетоэлектриками»). Неэргодичность, долговременная релаксация поляризации, дисперсия диэлектрической проницаемости. Модель Смоленского - Исупова. Область Кюри, параметр размытия. Модель композиционного разупорядочения Бокова. «Суперпараэлектрическая» модель и модель «случайных полей». Релаксорные сегнетоэлектрики со структурой перовскита. Виртуальные сегнетоэлектрики. Диэлектрики, в которых реализуется состояние дипольного стекла. Основные свойства. Фазовая  $T - x$  диаграмма твердых растворов  $RDP - ADP$ . Дисперсии диэлектрической проницаемости. Спектр времен релаксации. Закон Фогеля - Фулчера. Необратимость поляризации. Описание перехода в состояние дипольного стекла в рамках модели Изинга со случайными связями. Физический смысл параметра Эдварса - Андерсона. Основное состояние дипольного стекла.

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

ОК-6	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**В результате изучения дисциплины «Современные проблемы в изучении диэлектрических материалов» студент должен:**

**знать:** основные свойства и характеристики наиболее часто используемых в науке и практике материалы с линейными и нелинейными электрическими, и механическими свойствами в связи с их строением и условием их применения; закономерности влияния структурного разупорядочения на физические свойства полярных диэлектриков;



**уметь:** определять характер физических процессов, протекающих в слабоупорядоченных полярных поли-, монокристаллах и пленках при конкретном их применении;

**владеть:** навыками исследования физических свойств активных диэлектрических материалов; навыками применения основных методов физико-математического анализа для исследования диэлектриков; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов функциональной электроники.

**Виды учебной работы:** практические (семинарские) занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетами в течение трех семестров.

## Б2 Аннотации практик

### Б2.Н.1 Аннотация научно-исследовательской работы Общая трудоемкость практики составляет 16.5 ЗЕ (594 час).

#### Цели и задачи дисциплины:

Ознакомление, формирование и достижение студентом понимания сути физической проблемы, а также освоение методик проведения экспериментальных работ, в зависимости от выбранной студентом темы научно-исследовательской деятельности.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Во время научно-исследовательской работы студент должен:

#### *изучить:*

- патентные и литературные источники по индивидуальной теме исследований с целью их дальнейшего использования при работе над магистерской диссертацией; методики проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений; требования к подготовке научно-технической документации;

#### *выполнить:*

- анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; самостоятельное экспериментальное или теоретическое исследование в рамках поставленных задач; анализ достоверности полученных результатов; сравнение результатов исследований с аналогичными отечественными и зарубежными результатами; анализ научной и практической значимости проводимых исследований; подготовить отчет в конце каждого семестра.

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

ОК-6	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК-1	способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПК-6	способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств
ПК-7	готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические

	рекомендации по использованию полученных результатов
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**В результате выполнения «Научно-исследовательской работы» студент должен:**

***Знать:***

- современные проблемы тематики исследований по выбранной теме; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики своих исследований; современные модели физических явлений.

***Уметь:***

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области прикладной физики твердого тела.

***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований; готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела.

**Изучение дисциплины** заканчивается дифференцированным зачетом.

## **Б2.Н.2 Аннотация научно-исследовательской работы** **Общая трудоемкость практики составляет 9 ЗЕ (324 час).**

### **Цели и задачи дисциплины:**

Освоение методик проведения экспериментальных работ и получение необходимого задела в выполнении магистерской диссертации, в зависимости от выбранной студентом и утвержденной темы выпускной квалификационной работы.

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

Во время научно-исследовательской работы студент должен:

#### **изучить:**

- патентные и литературные источники по теме исследований и работе над магистерской диссертацией; методики проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений; требования к подготовке научно-технической документации;

#### **выполнить:**

- анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме магистерской диссертации; самостоятельное экспериментальное или теоретическое исследование в рамках поставленных задач; анализ достоверности полученных результатов; сравнение результатов исследований с аналогичными отечественными и зарубежными результатами; анализ научной и практической значимости проводимых исследований; подготовить отчет в конце практики.

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

ОК-6	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОПК-1	способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПК-6	способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств
ПК-7	готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**В результате выполнения «Научно-исследовательской работы» студент должен:**

***Знать:***

- современные проблемы тематики исследований по теме выпускной квалификационной работы; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений в области тематики магистерской диссертации; современные модели физических явлений по теме магистерской диссертации.

***Уметь:***

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме магистерской диссертации; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к обработке экспериментальных данных; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области прикладной физики твердого тела.

***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в области прикладной физики твердого тела с учетом экономических и экологических требований; готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела, сформировать достаточный задел для написания магистерской диссертации.

**Изучение дисциплины** заканчивается дифференцированным зачетом.

## **Б2.У.1 Аннотация программы учебной практики** **Общая трудоёмкость практики составляет 3 зач. ед. (108 час.)**

### **Цель и задачи практики**

Учебная практика является составной частью основной образовательной программы высшего профессионального образования при подготовке магистров и имеет своей целью формирование и закрепление профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки, а также приобретение организаторских навыков работы.

Изучение современных программ для численного анализа данных и научной графики, систем автоматизированного проектирования, автоматизации работы с текстовыми документами является залогом успешного осуществления всех видов учебной и научно-исследовательской деятельности. Современные математические пакеты программ, системы моделирования и проектирования обладают большой гибкостью и широкими возможностями. Главное требование, которому должна удовлетворять программа – работать в полном соответствии со спецификацией и адекватно реагировать на любые действия пользователя.

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

Решение практических заданий. Отчет о практике.

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

ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту
ПК-6	способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

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

#### **Знать:**

- приемы автоматизации в текстовом процессоре MS Word; основы работы в программах OriginLab, MathCad, Labview; приемы разработки интернет ресурсов, вебсайтов в современных конструкторах сайтов (wix.com, ucoz.ru).

#### **Уметь:**

- использовать современные информационные технологии для поиска и анализа новой информации; самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ; автоматизированное редактирование текстовых документов;

работать с пакетом программ MS Word, OriginLab, MathCad, MS Publishot, Lab view.

**Владеть:**

- навыками работы в MS Word, OriginLab, MathCad, MS Publishot, Lab view; навыками самостоятельно повышать квалификацию работы с программным обеспечением; современными информационными технологиями для поиска и анализа новой информации.

**Виды учебной работы:** практические занятия.

**Изучение дисциплины** заканчивается зачетом с оценкой.

## Аннотация

### Б2.П.1 Научно-исследовательская практика

Общая трудоемкость практики составляет 4.5 ЗЕ (162 час).

#### Цели и задачи дисциплины:

Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование у студентов навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы: теоретического анализа, экспериментального исследования и компьютерного моделирования физических процессов.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Во время научно-исследовательской практики студент должен:

#### *изучить:*

- патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их дальнейшего использования при работе над магистерской диссертацией; методы проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений; информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; требования к выполнению научно-технической документации;

#### *выполнить:*

- анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; самостоятельное экспериментальное или теоретическое исследование в рамках поставленных задач; анализ достоверности полученных результатов; сравнение результатов исследований с аналогичными отечественными и зарубежными результатами; анализ научной и практической значимости проводимых исследований; сформулировать тему магистерской диссертации и составить программу её реализации, написать отчет.

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

ОК-4	способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, готовность оценивать качество результатов деятельности
ОК-5	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОПК-1	способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП «Прикладная физика твердого тела»)
ОПК-2	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту



**В результате прохождения «Научно-исследовательской практики» студент должен:**

***Знать:***

- современные проблемы прикладной физики по профилю подготовки; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники; физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и технологий.

***Уметь:***

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области прикладной физики твердого тела.

***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований; готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела.

**Изучение дисциплины** заканчивается дифференцированным зачетом.

## Аннотация

### Б2.П.2 Педагогической практики

Общая трудоемкость практики составляет 3 ЗЕ (108 час).

#### Цели и задачи дисциплины:

Формирование у студентов практических навыков проведения учебных занятий. В ходе педагогической практики студент-практикант должен решить следующие задачи: - изучить учебно-методическую литературу по указанному курсу; учебники и учебные пособия, применяемые в процессе преподавания данного курса; - освоить методику проведения лабораторных занятий со студентами; проведения занятий в студенческой группе под контролем преподавателя – руководителя практики.

#### Основные дидактические единицы (разделы).

Организация практики предусматривает три составляющие. Собственно практику предваряет установочные лекции по организации презентаций, методическим аспектам написания научной работы на английском языке, с уточнением групп слов научной лексики, соответствующих каждому разделу научной статьи. Вторая составляющая – это организация и проведение семинарских занятий, на которых студент-практикант знакомится с уровнем знаний студентов и проводит корректирующие занятия и готовит собственную презентацию. Третья, заключительная составляющая проведение семинаров, на которых выступают студенты младших курсов с собственными презентациями.

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

ПК-9	готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов
ПК-10	способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся
ПК-11	способность применять и разрабатывать новые образовательные технологии
ПКВ-4	готовность принимать непосредственное участие в профориентационной работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке рекламного материала по направлению подготовки

**В результате прохождения «Педагогической практики» студент должен:**

#### Знать:

- современные проблемы технической физики; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники; физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и технологий в

стране и зарубежом; основные терминологию и понятия, используемые в зарубежной литературе, при описании научных исследований в области технической физики.

**Уметь:**

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по прикладной физике твердого тела; применять информационные технологии при выполнении научных исследований и оформлении научных работ и презентаций, а также программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере.

**Сформировать профессионально-значимые качества личности:**

- готовность и способность применять физические и химические методы теоретического и экспериментального исследования, методы моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела; готовность быть примером для коллег в области коммуникации.

**Изучение дисциплины** заканчивается дифференцированным зачетом.

## Аннотация

### Б2.П.4 Преддипломная практика

**Общая трудоемкость практики составляет 12 ЗЕ (432 час).**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы: проведение теоретического анализа и написание литературного обзора магистерской диссертации.

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

Во время преддипломной практики студент должен:

#### ***изучить:***

- патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при работе над магистерской диссертацией; методы проведения экспериментальных работ; правила эксплуатации научно-исследовательского и измерительного оборудования, используемого при выполнении выпускной квалификационной работы; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели исследуемых процессов и явлений;

#### ***выполнить:***

- анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме диссертации; анализ результатов исследований отечественных и зарубежных исследователей по теме диссертации; анализ научной и практической значимости запланированных исследований; сформулировать цель и задачи магистерской диссертации и составить программу её реализации, написать отчет.

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

ОК-1	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОК-2	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-5	способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

**В результате прохождения «Преддипломной практики» студент должен:**

#### ***Знать:***

- современные проблемы прикладной физики по профилю подготовки; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники.

***Уметь:***

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области прикладной физики твердого тела.

***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

- готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела.

**Изучение дисциплины** заканчивается дифференцированным зачетом.

## 12 Ресурсное обеспечение ООП

### 12.1. Кадровый потенциал

Для реализации основной образовательной по направлению подготовки «Техническая физика» привлекается профессорско-преподавательский состав кафедры физики твердого тела и других кафедр Воронежского государственного технического университета в количестве

6 - профессоров, докторов наук;

7 - доцентов, кандидатов наук.

Краткая характеристика привлекаемых к обучению научно-педагогических работников (НПР) представлена в таблице 1.

Таблица 1

Кадровый состав НПР, обеспечивающих подготовку студентов

Обеспеченность НПР	Количество НПР, в приведенных к целочисленным значениям ставок		НПР с учен. степенью или званием		Доля НПР, имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины		В том числе докторов наук		Доля НПР из числа действующих руководителей и работников профильных организаций	
	Кол.	%	Кол.	%	Кол.	%	Кол.	%	Кол.	%
Требования ФГОС		100		80		70				5
Факт	13	100	13	100	9	100	6	46	1	10

Общее руководство осуществляется Калининым Ю.Е., штатным научно-педагогическим работником, имеющим ученую степень доктора физико-математических наук, профессором, имеющего стаж работы в вузе 40 лет. Руководитель магистерской программы и госбюджетных работ, имеет более 300 научных работ, участвует в федеральных и международных конференциях, имеет аспирантуру и докторантуру.

### 12.2 Учебно-методическое обеспечение

Основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (курсов, модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети образовательного учреждения.

Внеаудиторная работа обучающихся должна сопровождаться методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Каждый обучающийся должен быть обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Специальные помещения должны представлять собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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 должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. Конкретные требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению определяются в примерных основных образовательных программах.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

В случае неиспользования в организации электронно-библиотечной системы (электронной библиотеки) библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

### **12.3 Информационное и материально-техническое обеспечение**

В обеспечении учебного процесса по направлению «Техническая физика» используются следующие учебные помещения кафедры физики твердого тела (табл. 2).

## Учебно-научные лаборатории кафедры ФТТ

№	Наименование	Общая площадь	Кол-во посадоч- ных мест	Перечень основного оборудования
1	2	3	4	5
226	Учеб.лаборатория «Физического материала- ловедения»	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 лабора- тория «Нанотехнологий и наноматериалов»	35	8	Компьютеры. Электронно-измерит. Приборы. Рентгеновский дифрактометр совместимый компьютером с
024	Учебно-научная лаборатория «экспериментальных методов исследования»	44,9	9	Установки вакуумного напыления ВУП-4, УВР. Электронно-измерит. приборы Лазерный масс- анализатор "ЭМАЛ-2".
025 а	Учебно-научная лаборатория	12,0	3	Измерительные приборы.
030	Учебно-научная лаборатория «Технология материалов электронной техники»	31,9	6	Вакуумный пост TVM- 1. Универсальные напылительные установки ионно- лучевого распыления
026 а	Учебно-научная лаборатория «Физических методов исследования»	23,0	4	Вибрационный магнитометр. Установка измерения магнито-электрических свойств. 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	Установка для измерения внутреннего трения. Установка для измерения диэлектрических характеристик.-
031	Учебно-научная лаборатория «Сегнетоэлектриков»	70,0	12	Технологический участок керамической технологии
221	Лекционная	64,2	50	-
Филиал кафедры ОАО «Воронежсинтезкаучук»	Учебно-научная лаборатория	50,0	20	Производственное оборудование.
Филиал кафедры ОАО «Корпорация НПО «Риф»	Учебно-научная лаборатория	100	20	Производственное оборудование.
025	НИЛЭМЭ учебно-научная	95,9	5	Электронные микроскопы ЭМВ-100БР ЭМ-125 Электронограф ЭГ-100М Вакуумный пост ВУП-4, ВУП-2К Растровый электронный микроскоп BS-300 Вакуумный пост с безмасляными средствами откачки -2 шт.
032	НИЛЭМЭ учебно-научная	40,65	4	Электронный микроскоп ПРЭМ-200 Вакуумные установки: УВН-84-П1, УСУ-4 Оже-спектрометр – ОЭС-3
033	НИЛЭМЭ учебно-научная	37,38	5	Электронные микроскопы ЭМВ-100АК ЭМ-125 Вакуумные посты: ВУП-5-2 шт

034	НИЛЭМЭ научная	11,6	1	Рентгеновский дифрактометр Дрон-4- 07
01	НИЛЭМЭ научная	27,1	2	Установка импульсного фотонного отжига УОЛП-1
К-07	Лаборатория «Холодильная техника»	80	20	Лабораторные стенды Холодильный шкаф Холодильный ларь
К-08	Лаборантская	21	3	-
К-09	Помещение азотного отделения	90	4	Азотные станции: АЖА-004 ЗИФ-1002
К-02	Лаборатория «Физики низких температур»	37	20	Лабораторные стенды
К-03	Помещение гелиевого отделения	90	4	Станция Г-45
К-05	Лаборатория «Вакуумной техники»	37	10	Лабораторные стенды
К-01	Лаборатория научных исследований	16	2	Стенды научных исследований
К-14	Аспирантская	36	4	-
К-12	Преподавательская	12	2	-
К-11	Преподавательская	36	1	-

Для обучения магистров используются следующие технические средства и программные комплексы (табл. 3).

Таблица 3

**Технические средства, применяемые в учебном процессе**

Наименование дисциплины	тип ЭВ М, ТСО	Используемое программное обеспечение	Лекц ии (час)	Практ ика (час)	Лаб. рабо ты (час)	Курсовое проектир ование	Дипло мное проект иро вание	Всего часов
Современные проблемы технической физики и энергетики	ТСО	Мультимедий ные устройства	17					17
Педагогическая и научно- исследовательска я практики	ПК	AutoCAD Компас-3D OriginPro8		60 60				120

### **13 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 самодеятельные фестивали художественного творчества «Золотая осень» и «Студенческая весна», фотовыставки «Мир глазами молодежи», фестиваль компьютерного творчества, фестиваль СТЭМов «Выухоль» (с участием коллективов Украины, ЦФО и г. Воронежа), Татьянин день, Посвящение в студенты.

\* Физическое воспитание.

В университете ежегодно проходят спартакиады среди факультетов и учебных групп, итоги которых подводятся на заседаниях Ученого совета университета в конце учебного года.

Ежегодно проводится конференция научных и студенческих работ в сфере профилактики наркомании и наркопреступности, конференция по пропаганде здорового образа жизни.

На каждом потоке среди студентов, отдыхающих в студенческом спортивно-оздоровительном лагере «Радуга», проводятся лектории областным медицинским профилактическим центром.

Университет принимает активное участие в проведении Всероссийской акции, приуроченной к Всемирному дню борьбы со СПИДом.

\* Развитие студенческого самоуправления.

Студенческое самоуправление и соуправление является элементом общей системы учебно-воспитательного процесса, позволяющим студентам участвовать в управлении вузом и организации своей жизнедеятельности в нем через коллегиальные органы самоуправления и соуправления различных уровней и направлений. Проводятся ежегодные школы студенческого актива: «Радуга», «ПУПС», «20 мая».

Для координации воспитательной работы в конкретных направлениях в университете созданы:

- совет по воспитательной работе ВГТУ;
- комиссия по профилактике употребления психоактивных веществ;
- студсовет студенческого городка на 9-м километре;
- культурный центр;
- спортивно-оздоровительный центр «Политехник»;
- студенческое научное общество;
- институт заместителей деканов по воспитательной работе;
- институт кураторов;
- штаб студенческих отрядов.

Таким образом, сформированная в университете социокультурная среда способствует формированию общекультурных компетенций выпускников (компетенций социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления, системно-деятельностного характера).

## **14 Государственная итоговая аттестация выпускников**

Государственная итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Государственная итоговая аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.

Выпускная квалификационная работа в соответствии с магистерской программой выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершённую выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится магистрант (научно-исследовательской, научно-педагогической или технологической).

Тематика выпускных квалификационных работ связана с решением профессиональных задач. Выпускная квалификационная работа может представлять собой теоретическое и/или экспериментальное исследование

какой-либо научной или технической проблемы, проектную разработку устройства, прибора или системы, разработку технологического процесса.

ВКР выполняется под руководством опытного специалиста – преподавателя выпускающей кафедры. В том случае, если руководителем является специалист производственной организации, назначается куратор от выпускающей кафедры. ВКР должна содержать реферативную часть, отражающую общую профессиональную эрудицию автора, а также самостоятельную исследовательскую часть, выполненную индивидуально или в составе творческого коллектива по материалам, собранным или полученным самостоятельно студентом в период прохождения практик и научно-исследовательской работы. Темы ВКР предлагаются научным руководителем с кафедры или самими студентами. В их основе могут быть материалы научно-исследовательских или научно-производственных работ кафедры, факультета, научных или производственных организаций.

Самостоятельная часть ВКР представляет собой законченное исследование, свидетельствующее об уровне профессионально-специализированных компетенций автора.

#### **Компетенции, приобретаемые студентом в процессе проведения государственной итоговой аттестации**

ОК-1	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОК-2	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-2	способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
ОПК-4	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-5	способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту
ПК-5	способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ПК-6	способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств
ПК-8	способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций

## **В результате прохождения государственной итоговой аттестации**

**студент должен:**

### ***Знать:***

- современные проблемы прикладной физики по профилю подготовки; состояние, проблемы, перспективы развития и использование достижений физики в различных областях науки и техники; физические процессы, используемые для совершенствования известных и создания новых приборов и технологий; техническую и научную терминологию; основные физические методы исследования изучаемых в лаборатории материалов и процессов; правила эксплуатации исследовательского и технологического оборудования; методы математического планирования эксперимента, обработки и анализа опытных данных; методы ведения текущей научно-технической документации;

### ***Уметь:***

- проводить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; применять информационные технологии в научных исследованиях и программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; применять физические принципы и явления для решения прикладных задач в области прикладной физики твердого тела; систематически работать над периодической научной литературой; критически осмысливать и обобщать изучаемый материал; грамотно и четко излагать свои мысли; ставить и решать отдельные конкретные задачи, возникающие в экспериментальных исследованиях; выполнить несложный монтаж или наладку измерительной и технологической аппаратуры; выполнять экспериментальные измерения конкретных изучаемых объектов; осуществлять графическое построение экспериментальных зависимостей, анализ и интерпретацию полученных результатов;

### ***Сформировать профессионально-значимые качества личности:***

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований; готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области прикладной физики твердого тела.

## **14.1 Требования к государственному экзамену магистра по направлению «Техническая физика»**

Итоговый государственный экзамен определяет уровень подготовки выпускников, составляющей базу самостоятельной профессиональной деятельности молодых специалистов, кругозор и эрудицию, умение научно-

обосновано и творчески решать задачи исследовательского и производственного характера. Уровень требований, предъявляемых на государственных экзаменах в магистратуре, должен соответствовать уровню требований на вступительных экзаменах в аспирантуру или кандидатских экзаменах по непрофилирующим дисциплинам для профильных научных специальностей. Порядок проведения определяется специальной программой государственного экзамена по специальностям, относящимся к направлению подготовки магистров “Техническая физика”, утвержденной Ученым советом факультета.

#### **14.2. Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации)**

Тематика ВКР направлена на решение профессиональных задач научно-исследовательской или производственно-технологической деятельности.

ВКР включает в себя:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- реферат;
- введение;
- литературный обзор;
- описание экспериментальной установки и методику приготовления образцов;
- результаты экспериментальных исследований и их обсуждения;
- заключение;
- список использованных источников.

#### **Приложения:**

1. ФГОС;
2. ПООП;
3. Справочник компетенций.
4. Распределение компетенций.
5. Программы практик.
6. Программы НИР.
7. Программы итоговой государственной аттестации.
8. Лист согласования ОПОП с работодателем.
9. Рабочие программы.