

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Белгородский государственный национальный исследовательский университет»  
Инженерно-физический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по методической ра-  
боте и качеству образования**



*[Signature]*  
22. 11 2011 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
ПОДГОТОВКИ 011200 ФИЗИКА САМОСТОЯТЕЛЬНО  
УСТАНОВЛИВАЕМОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА**

Квалификация (степень) - **магистр**

Нормативный срок освоения программы - 2 года

Белгород, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I.</b>	<b>КОНЦЕПЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b>	<b>6</b>
<b>III.</b>	<b>ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ</b>	<b>7</b>
<b>IV.</b>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>8</b>
<b>V.</b>	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>10</b>
<b>VI.</b>	<b>СТРУКТУРА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>13</b>
<b>VII.</b>	<b>СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>18</b>
<b>VIII.</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>62</b>
<b>IX.</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА</b>	<b>65</b>

## **I. КОНЦЕПЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА**

Высшее образование выступает основным механизмом воспроизводства всей системы образования и через образование – механизмом воспроизводства качества человека и качества общественного интеллекта. Поэтому обеспечение высшего образования населения России является не только личным делом обучающегося, вопроса спроса на рынке, но и делом долгосрочного, стратегического акцента в воспроизводстве качества интеллектуальных ресурсов российского государства, обеспечения национальной безопасности России.

Основная образовательная программа по направлению подготовки 011200.68 Физика ориентирована на подготовку магистров в области всех видов наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур.

Основополагающей идеей концепции является создание условий для выбора обучающимися индивидуальной образовательной траектории, обеспечивающей подготовку магистров нового типа, обладающих углубленными специальными и фундаментальными знаниями в области физики, а также формирование универсальных, социально-личностных, профессиональных и специализированных компетенций в соответствии с требованиями СУОС ВПО.

Основная образовательная программа по направлению подготовки 011200.68 Физика представляет собой системно организованный комплекс документов, регламентирующий результаты обучения, содержание подготовки, трудоемкость, технологии обучения, преподавания и оценивания в целях достижения заявленных вузом компетенций выпускников по конкретному направлению и уровню ВПО.

Программа разработана на основе идей компетентностного, модульного и процессного подходов. Внедрение компетентностного подхода в отечественную систему образования предполагает кардинальные изменения всех ее компонентов, включая формирование содержания образования, методов преподавания, обучения и развитие традиционных контрольно-оценочных средств и технологий оценивания результатов обучения (компетенций).

Профессиональная компетентность в области физики – это готовность и способность целесообразно действовать в соответствии с требованиями дела, методически организовано и самостоятельно решать задачи и проблемы, а также оценивать результаты своей деятельности. Подобная постановка вопроса переносит акцент с намерений и задач преподавателя на реальные достижения обучающихся.

Основная образовательная программа содержит ряд модулей в соответствии с наименованиями циклов дисциплин СУОС ВПО. Каждый программный модуль имеет базовую обязательную часть и вариативную, устанавливаемую НИУ «БелГУ», что дает возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин.

Образовательный процесс в современном вузе представляет собой формирование компетенций выпускников, определенных СУОС ВПО. Процессный подход, в этой связи, способствует созданию гибких, динамичных систем, быстро реагирующих на изменение потребностей рынка. Специфика реализации процессного подхода в университете проявляется в интегративности, позволяющей многократно проходить одни и те же процессы (процессы преподавания, учения), но на новом уровне разработки. Пошаговость изменений предполагает постепенное добавление функциональных возможностей в разрабатываемую систему. Параллельность разработки различных индивидуальных образовательных стратегий обучающихся содействует выполнению множества процессов, которые могут быть независимы друг от друга, но направленных на достижение единой цели.

Уникальность программы связана с возможностью для обучающихся участвовать в проектно-конструкторской и научно-исследовательской работе по выполнению реальных проектов по созданию новых технологий высокотехнологичного производства материалов. Кадровый и материально-технический потенциал обеспечения реализации магистерской программы позволяет использовать в образовательном процессе, выполнения научно-исследовательских работ и практик обучающихся новейшее оборудование НИУ «БелГУ».

Основная образовательная программа по направлению подготовки 011200.68 Физика реализуется в рамках приоритетного направления развития (ПНР1) НИУ «БелГУ» – «Научоемкие технологии создания и обработки наноматериалов технического назначения». В программе, наряду с другими, предусмотрено формирование специализированных профессиональных компетенций.

Магистерская программа «Физика конденсированного состояния» предполагает формирование следующих специализированных компетенций: способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем (М-СПК-1), способностью самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро и нано- масштабах на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2), понимать и самостоятельно использовать физические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, иметь навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки; готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по профилю программы магистратуры (М-СПК-3).

Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика» содействует формированию специализированных компетенций: способностью самостоятельно производить теоретические численные оценки физических

величин, которые характеризуют изучаемое физическое явление, и выбирать адекватный теоретический подход к его математическому моделированию (М-СПК-1), способность самостоятельно выбирать адекватные математические методы решения поставленной физической задачи в рамках сформулированной теоретической модели (М-СПК-2), способность самостоятельно анализировать полученное решение физической задачи и сопоставлять его с имеющимися экспериментальными данными (СПК-3).

Магистерская программа «Конструкционные наноматериалы» способствуют формированию специализированных компетенций: владеть базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1), способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2), углубленное знание основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владение навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения (М-СПК-3), способность использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа (М-СПК-4).

Содержание учебных дисциплин и всех видов практик ООП содержат модули, раскрывающие их специфику применительно к решению задач наукоемких технологий создания наноматериалов технического назначения.

Реализация программы тесно увязана с потребностями ведущих региональных территориально-производственных кластеров Белгородской области – горно-металлургического, машиностроительного и строительного.

В числе российских партнеров и заказчиков образовательных услуг НИУ «БелГУ» по основной образовательной программе по направлению подготовки 011200.68 Физика – «ЦНИИ КМ «Прометей» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «Энергомаш» (г. Белгород), ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт композиционных материалов» (г. Пермь), ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (г. Липецк), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров), ЦНИИТМАШ (г. Москва), ОАО «НПО Корпорация «РИФ» (г. Воронеж), Корпорация ВСМПО-АВИСМА (г. Верхняя Салда), ЗАО «НТ-МДТ» (г. Зеленоград), ООО «Скиф-М» (г. Белгород), ООО «Металл-Деформ» (г. Белгород), ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (г. Старый Оскол) и др.

## II. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Основная образовательная программа реализуется в НИУ «БелГУ» по направлению подготовки 011200.68 Физика.

2.2. Нормативную правовую базу разработки основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика составляют:

– Федеральные законы Российской Федерации: «Об образовании» (в редакции от 13 января 1996 г. № 12-ФЗ); и «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» (от 22 августа 1996 г. № 125-ФЗ);

– Типовое положение об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2008 г. № 71 (далее – Типовое положение о вузе);

– Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 011200.68 Физика, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «18» ноября 2009 г. № 637;

– Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт НИУ «БелГУ» по направлению подготовки 011200.68 Физика;

– Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

– Устав ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»;

– Локальные нормативные акты НИУ «БелГУ».

2.3. Основными особенностями основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика являются: ориентация на компетенции выпускников как результаты обучения (Learning Outcome-based Approach) при разработке, реализации и оценке программ; использование кредитной системы ECTS (European Credit Transfer System) для оценки компетенций, а также дидактических единиц программы, обеспечивающих их достижение; учет требований международных стандартов ISO 9001:2008, Европейских стандартов и руководств для обеспечения качества высшего образования (ESG, Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area) в рамках Болонского процесса, а также национальных и международных критериев качества образовательных программ.

2.4. Срок освоения основной образовательной программы – 2 года. Сроки освоения основной образовательной программы магистратуры по очно-заочной (вечерней) форме обучения, а также в случае сочетания различных форм обучения могут увеличиваться на один год относительно нормативного срока на основании решения Учёного совета БелГУ.

Основная образовательная программа по данному направлению подготовки обеспечивает реализацию следующих магистерских программ: «Физика конденсированного состояния», «Теоретическая и математическая физика», «Конструкционные наноматериалы».

2.5. Трудоемкость магистерской программы – 120 зачетных единиц.

### III. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

3.1. В настоящем стандарте используются термины и определения в соответствии с Законом РФ «Об образовании», Федеральным Законом «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», а также с международными документами в сфере высшего образования:

направление подготовки – совокупность образовательных программ различного уровня в одной профессиональной области;

область профессиональной деятельности – совокупность объектов профессиональной деятельности в их научном, социальном, экономическом, производственном проявлении;

объект профессиональной деятельности – системы, предметы, явления, процессы, на которые направлено воздействие;

вид профессиональной деятельности – методы, способы, приёмы, характер воздействия на объект профессиональной деятельности с целью его изменения, преобразования;

основная образовательная программа магистратуры (магистерская программа) – совокупность учебно-методической документации, включающей в себя учебный план, рабочие программы учебных дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие подготовку обучающихся, а также программы практик и научно-исследовательской работы, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии, в том числе учебно-методические комплексы;

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

компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определённой области;

модуль – совокупность частей учебной дисциплины (курса) или учебных дисциплин (курсов), имеющая определённую логическую завершённость по отношению к установленным целям и результатам обучения;

зачётная единица – мера трудоёмкости образовательной программы;

учебный цикл – совокупность дисциплин (модулей) основной образовательной программы, обеспечивающих усвоение знаний, умений и формирование компетенций в соответствующей сфере научной и (или) профессиональной деятельности.

учебный раздел – совокупность учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся, и видов аттестации, обеспечивающих проверку формирования преимущественно междисциплинарных (в том числе общекультурных) компетенций;

результаты обучения – усвоенные знания, умения, навыки и сформированные компетенции.

3.2. В настоящем стандарте используются следующие сокращения:

СУОС БелГУ – образовательный стандарт, самостоятельно устанавливаемый Белгородским государственным национальным исследовательским

университетом для реализуемых образовательных программ высшего профессионального образования:

- ММП – междисциплинарная магистерская программа;
- ВПО – высшее профессиональное образование;
- М-УК – универсальные компетенции магистров;
- М-УК-N\* – компетенции магистров, производные от универсальных компетенций;
- М- СЛК – социально-личностные компетенции магистров;
- М- ПК – профессиональные компетенции магистров;
- М-ПК-N\* – компетенции магистров, производные от профессиональных компетенций;
- М- СПК – специализированные компетенции магистров;
- УЦ ООП – учебный цикл основной образовательной программы;
- ФГОС ВПО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования;
- СМК – система менеджмента качества.

#### **IV. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА**

4.1. Область профессиональной деятельности магистров включает в себя все виды наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур.

4.2. Сферой профессиональной деятельности выпускников являются:

- государственные и частные научно-исследовательские и производственные организации, связанные с решением физических проблем;
- учреждения системы высшего и среднего профессионального образования, среднего общего образования.

4.3. К объектам профессиональной деятельности магистра относятся:

- физические системы различного масштаба и уровней организации;
- процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, физико-медицинские и природоохранительные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

4.4. Основными видами профессиональной деятельности для выпускника основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика:

- научно-исследовательская;
- научно-инновационная;



- организационно-управленческая;
- педагогическая (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией);
- просветительская деятельность.

#### 4.5. Задачи профессиональной деятельности выпускника:

Вид профессиональной деятельности	Задачи в области профессиональной деятельности
<b>Научно-исследовательская деятельность</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение научных исследований поставленных проблем</li> <li>2. Формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований</li> <li>3. Работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой</li> <li>4. Проведение физических исследований по заданной тематике</li> <li>5. Выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках</li> <li>6. Выбор необходимых методов исследования</li> <li>7. Анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники</li> </ol>
<b>Научно-инновационная деятельность</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение результатов научных исследований в инновационной деятельности</li> <li>2. Разработка новых методов инженерно-технологической деятельности</li> <li>3. Участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях</li> <li>4. Обработка и анализ полученных данных с помощью современных информационных технологий</li> </ol>
<b>Организационно-управленческая деятельность</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Участие в организации научно-исследовательских и научно-инновационных работ, контроля за соблюдением техники безопасности</li> <li>2. Участие в организации семинаров, конференций;</li> <li>3. Составление рефератов, написание и оформление научных статей</li> <li>4. Участие в подготовке заявок на конкурсы грантов и оформлении научно-технических проектов, отчетов и патентов;</li> <li>5. Участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технологической</li> </ol>
<b>Педагогическая и просветительская деятельность</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка и ведение семинарских занятий и лабораторных практикумов</li> <li>2. Руководство научной работой бакалавров</li> <li>3. Проведение кружковых занятий по физике</li> </ol>

**V. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
011200.68 ФИЗИКА**

5.1. Ожидаемые результаты включают в себя:  
– *универсальные компетенции (М-УК):*

<b>Код компетенции</b>	<b>Название компетенции</b>
<b>Общенаучные компетенции</b>	
М-УК-1	способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач
М-УК-2	способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
М-УК-3	способность демонстрировать углубленные знания в области гуманитарных и экономических наук
М-УК-4	способность использовать углублённые знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально-значимых проектов
<b>Инструментальные компетенции</b>	
М-УК-5	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
М-УК-6	способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности
М-УК-7	способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
М-УК-8	способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранным языками как средством делового общения
<b>Системные компетенции</b>	
М-УК-9	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
М-УК-10	способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез
М-УК-11	способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения
М-УК-12	способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности

– *социально-личностные компетенции (М-СЛК):*

Код компетенции	Название компетенции
М-СЛК -1	способность к включению в профессиональное сообщество: к активной социальной мобильности; к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ; к управлению научным коллективом

– *профессиональные компетенции (М-ПК):*

Код компетенции	Название компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
М-ПК-1	способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач
М-ПК-2	способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
<b>Научно-исследовательская деятельность</b>	
М-ПК-3	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
М-ПК-4	способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
М-ПК-5	способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
<b>Научно-инновационная деятельность</b>	
М-ПК-6	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач
М-ПК-7	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации
М-ПК-8	способность проводить свою профессиональную деятельности с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов
<b>Организационно-управленческая деятельность</b>	
М-ПК-9	способность организовать и планировать физические исследования
М-ПК-10	способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач
<b>Педагогическая и просветительская деятельность</b>	
М-ПК-11	способность руководить научно-исследовательской деятельностью студентов младших курсов и школьников в области физики
М-ПК-12	способность разрабатывать учебные программы и методическое обеспечение для преподавания физики
М-ПК-13	способность применять современные методы, технологии и методики преподавания физики

**– специализированные компетенции (М-СПК):**

**Магистерская программа «Физика конденсированного состояния»**

М-СПК-1	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем
М-СПК-2	способностью самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро и наномасштабах на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками
М-СПК-3	понимать и самостоятельно использовать физические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, иметь навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки; готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по профилю программы магистратуры

**Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»**

М-СПК-1	способностью самостоятельно производить теоретические численные оценки физических величин, которые характеризуют изучаемое физическое явление, и выбирать адекватный теоретический подход к его математическому моделированию
М-СПК-2	способностью самостоятельно выбирать адекватные математические методы решения поставленной физической задачи в рамках сформулированной теоретической модели
М-СПК-3	способностью самостоятельно анализировать полученное решение физической задачи и сопоставлять его с имеющимися экспериментальными данными

**Магистерская программа «Конструкционные наноматериалы»**

М-СПК-1	владеет базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов
М-СПК-2	способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками
М-СПК-3	углубленное знание основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владение навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий

	вий их применения
М-СПК-4	способность использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа

## VI. СТРУКТУРА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА

	Наименование учебных элементов магистерской программы	Формируемые компетенции	Трудоемкость (зачетные единицы)
<b>М.1.</b>	<b>Общенаучный цикл</b>	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-4, М-УК-5, М-УК-6, М-УК-8, М-УК-9, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-11	<b>30</b>
<b>М.1.1.</b>	<b>Базовая часть</b> <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-4, М-УК-5, М-УК-6, М-УК-8, М-УК-9, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-11	8
<b>М.1.1.1.</b>	Философские вопросы естествознания	М-УК-3 М-УК-5 М-УК-4 М-ПК-5	4
<b>М.1.1.2.</b>	Специальный физический практикум	М-УК-2 М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-6	4
<b>В.1.</b>	<b>Вариативная часть</b>	М-УК-1, М-УК-2, М-УК-3, М-УК-6, М-УК-8, М-УК-9, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6, М-ПК-7	
<b>В.1.1.</b>	<b>Вариативная часть</b> <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»	М-УК-3, М-УК-9, М-УК-8, М-ПК-4	4
<b>В.1.1.1.</b>	Иностранный язык	М-УК-3, М-УК-9, М-УК-8, М-ПК-4	4
<b>В.1.2.</b>	<b>Вариативная часть</b> <i>Магистерская программа</i> «Конструкционные наноматериалы»	М-УК-1, М-УК-6, М-УК-9, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	13
<b>В.1.2.1.</b>	Физика больших пластических деформаций	М-УК-1, М-УК-6, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	5

<b>В.1.2.2.</b>	Физика высокотемпературной деформации	М-УК-1 М-УК-6 М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	4
<b>В.1.2.3.</b>	Физика разрушения	М-УК-5, М-УК-9, М-СПК-1, М-УК-12, М-СПК-2	4
<b>В.1.3.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b> <b><i>Магистерская программа</i></b> <b>«Физика конденсированного состояния»</b>	М-УК-2, М-УК-5, М-УК-6, М-УК-7, М-УК-9, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	16
<b>В.1.3.1.</b>	Экспериментальная физика процессов взаимодействия пучков ионизирующего излучения с конденсированными средами	М-УК-2, М-УК-6, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-6	4
<b>В.1.3.2.</b>	Физические основы электроники	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-9	7
<b>В.1.3.3.</b>	Пространственно-неупорядоченные твердотельные структуры	М-УК-2, М-ПК-1, М-ПК-7	3
<b>В.1.3.4.</b>	Компьютерное моделирование в материаловедении	М-УК-5, М-УК-9, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3	2
<b>В.1.4.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b> <b><i>Магистерская программа</i></b> <b>«Теоретическая и математическая физика»</b>	М-УК-2, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-6	18
<b>В.1.4.1.</b>	Нелинейные уравнения математической физики	М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-6	6
<b>В.1.4.2.</b>	Квантовая статистика	М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-6	2
<b>В.1.4.3.</b>	Квантовая электродинамика	М-УК-2, М-ПК-1	7
<b>В.1.4.4.</b>	Основы теории случайных процессов	М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-6	3
<b>КВ.1.</b>	<b><i>Курс по выбору</i></b>	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	
<b>КВ.1.1.</b>	<b><i>Курс по выбору</i></b> <b><i>Магистерская программа</i></b> <b>«Конструкционные наноматериалы»</b>	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	2
<b>КВ.1.1.1.</b>	Физические методы исследования наноматериалов	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	2
<b>КВ.1.1.2.</b>	Диагностика атомной структуры вещества	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	2
<b>КВ.1.2.</b>	<b><i>Курс по выбору</i></b>	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.1.2.1.</b>	Объемные конструкционные наноструктурные металлы и сплавы и методы их обработки	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.1.2.2.</b>	Технологические свойства конструкционных материалов	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.1.3.</b>	<b><i>Курс по выбору</i></b> <b><i>Магистерская программа</i></b>	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-9, М-УК-6,	2

	«Физика конденсированного состояния»	М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-7, М-ПК-8	
<b>КВ.1.3.1.</b>	Электрооптика анизотропных жидкостей	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-9, М-УК-6, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-7, М-ПК-8	2
<b>КВ.1.3.2.</b>	Физика жидких кристаллов	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-9, М-УК-6, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-7, М-ПК-8	2
<b>М.2</b>	<b>Профессиональный цикл</b>	М-УК-2 М-УК-10 М-УК-6 М-УК-7 М-ПК-1 М-ПК-2 М-ПК-5 М-ПК-6 М-ПК-7 М-ПК-8 М-ПК-9 М-ПК-10	<b>27</b>
<b>М.2.1.</b>	<b>Базовая часть</b> <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»	М-УК-2, М-УК-3, М-УК-4, М-УК-5, М-УК-9, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-9, М-ПК-11	7
<b>М.2.1.1.</b>	Современные проблемы физики	М-УК-2, М-УК-9 М-ПК-1, М-ПК-2	5
<b>М.2.1.2.</b>	История методологии и физики	М-УК-3 М-УК-5 М-УК-4 М-УК-9 М-ПК-5, 9,11	2
<b>В.2.</b>	<b>Вариативная часть</b>	М-УК-2 М-УК-9 М-ПК-1,М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	27
<b>В.2.1.</b>	<b>Вариативная часть</b> <i>Магистерская программа</i> «Конструкционные наноматериалы»	М-УК-2 М-УК-9 М-ПК-1,М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	12
<b>В.2.1.1.</b>	Физические свойства конструкционных наноматериалов	М-УК-2 М-УК-9 М-ПК-1,М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	5
<b>В.2.1.2.</b>	Механические свойства конструкционных наноматериалов	М-УК-2 М-УК-9 М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	4
<b>В.2.1.3.</b>	Композиционные и порошковые наноматериалы со специальными свойствами	М-УК-2 М-УК-9 М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	3
<b>В.2.2.</b>	<b>Вариативная часть</b> <i>Магистерская программа</i> «Физика конденсированного состояния»	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8,М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	20
<b>В.2.2.1.</b>	Физика нанокompозитов	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8,М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	4
<b>В.2.2.2.</b>	Тонкие твердые покрытия – методы получения, свойства и применение	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8,М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	5
<b>В.2.2.3.</b>	Материаловедение	М-УК-2, М-УК-5, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-СПК-1, М-СПК-2, М-СПК-3	4

<b>В.2.2.4.</b>	Керамические материалы	М-УК-2, М-УК-12, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-6, М-ПК-7	3
<b>В.2.2.5.</b>	Математическое моделирование процессов взаимодействия пучков ионизирующего излучения с твердым телом	М-УК-2, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3, М-УК-5	2
<b>В.2.2.6.</b>	Термодинамика нанокompозитов	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	2
<b>В.2.3.</b>	<b>Вариативная часть</b> <b>Магистерская программа</b> « Теоретическая и математическая физика»	М-УК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-9, М-ПК-11	20
<b>В.2.3.1.</b>	Стохастические задачи математической физики	М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-5, М-ПК-6	6
<b>В.2.3.2.</b>	Кинетические процессы и неравновесная термодинамика	М-УК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-9, М-ПК-11	5
<b>В.2.3.3.</b>	Электродинамика взаимодействия излучения с веществом	М-УК-2, М-ПК-1	4
<b>В.2.3.4.</b>	Математические проблемы неравновесной статистической механики	М-УК-2, М-УК-7, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-7	2
<b>В.2.3.5.</b>	Основы квантовой теории твердого тела	М-УК-11, М-ПК-1	3
<b>КВ.2.</b>	<b>Курс по выбору</b>	М-УК-5, М-УК-9, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-СПК-1	8
<b>КВ.2.1.</b>	<b>Курс по выбору</b> <b>Магистерская программа</b> «Конструкционные наноматериалы»	М-УК-5, М-УК-9, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-СПК-1	2
<b>КВ.2.1.1.</b>	Компьютерное моделирование наноматериалов	М-УК-5, М-УК-9, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3, М-СПК-1	2
<b>КВ.2.1.2.</b>	Компьютерные технологии в науке и образовании	М-УК-5, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5	2
<b>КВ.2.2.</b>	<b>Курс по выбору</b>	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.2.2.1.</b>	Конструкционные керамические наноматериалы	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.2.2.2.</b>	Структура и свойства нанокompозитов	М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-3, М-ПК-9	3
<b>КВ.2.3.</b>	<b>Курс по выбору</b>	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	3
<b>КВ.2.3.1.</b>	Тонкие твердые покрытия – методы получения, свойства и применение	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	3
<b>КВ.2.3.2.</b>	Коррозия и коррозионные свойства наноструктурных металлов и сплавов	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-8, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	3
<b>М.3.</b>	Практики и научно-исследовательская работа	М-УК-2, М-УК-6, М-УК-7, М-УК-10, М-ПК-1	<b>51</b>



		М-ПК-2 М-ПК-3 М-ПК-4, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-11, М-СПК-1, М-СПК- 2, М-СПК-3, М- СПК-4	
<b>М.3.1.</b>	Научно-исследовательская практика	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-11, М-СПК-1, М-СПК- 2, М-СПК-3, М- СПК-4	21
<b>М.3.1.1.</b>	Научно-исследовательская практика <i>Магистерская программа</i> «Конструкционные наноматериалы»	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-11, М-СПК- 1, М-СПК-2, М-СПК-3, М-СПК-4	21
<b>М.3.1.2.</b>	Научно-исследовательская практика <i>Магистерская программа</i> «Физика конденсированного состояния»	М-УК-2, М-УК-6, М-УК-7, М-УК-8, М-УК-9, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-9, М-ПК-10, М-ПК-11, М-СПК-1, М-СПК- 2, М-СПК-3	21
<b>М.3.1.3.</b>	Научно-исследовательская практика <i>Магистерская программа</i> «Теоретическая и математическая физика»	М-УК-2, М-УК-5, М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-9, М-ПК-10, М-ПК-11, М-СПК- 1, М-СПК-2, М- СПК-3	21
<b>М.3.2.</b>	Педагогическая практика <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»	М-УК-2, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-3, М-ПК-4	6
<b>М.3.3.</b>	Научно-исследовательская работа	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-10, М-ПК- 1, М-ПК-2, М-ПК- 3, М-ПК-4, М-ПК- 6, М-ПК-7, М-ПК-	24

		8, М-ПК-11	
<b>М.3.3.1.</b>	Научно-исследовательская работа <i>Магистерская программа</i> «Конструкционные наноматериалы»	М-УК-2, М-УК-7, М-УК-10, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-11	24
<b>М.3.3.2.</b>	Научно-исследовательская работа <i>Магистерская программа</i> «Физика конденсированного состояния»	М-УК-2, М-УК-5, М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-9, М-ПК-10, М-ПК-11	24
<b>М.3.3.3.</b>	Научно-исследовательская работа <i>Магистерская программа</i> « Теоретическая и математическая физика»	М-УК-2, М-УК-5, М-УК-7, М-УК-10, М-СЛК-1, М-ПК-2, М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-5, М-ПК-6, М-ПК-7, М-ПК-8, М-ПК-9, М-ПК-10, М-ПК-11, М-СПК-1, М-СПК-2, М-СПК-3	24
<b>М.4.</b>	Итоговая государственная аттестация	М-УК-2,4-10 М-СЛК-1 М-ПК-1-11 М-СПК-1-4	12
	Общая трудоемкость основной образовательной программы		120

## VII. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА

7.1. Аннотации к учебным элементам основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика

<b>Код</b>	<b>Наименование учебных элементов магистерской программы и аннотации к ним</b>
<b>М.</b>	<b>ОБЩЕНАУЧНЫЙ ЦИКЛ</b>
<b>М.1.</b>	<b>Базовая часть</b> <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»
<b>М.1.1.1.</b>	<b>ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ</b>
<b>М.1.1.2.</b>	<b>СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ</b> <i>Цель дисциплины:</i> создать условия для освоения и применения на практике теоретических и экспериментальных методов исследования физических объ-

ектов при решении задач экспериментально-исследовательского, производственно-технологического, фундаментально-прикладного характера в области физики.

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

Дисциплина «Специальный физический практикум» относится к базовой части общенаучного цикла магистерской программы по направлению подготовки 011200.68 Физика. Данная дисциплина предназначена для ознакомления студентов с современными проблемами, связанными с физикой конденсированного состояния, приобретения навыков аналитического исследования физических явлений и процессов, изучения теоретических методов анализа физических явлений, обучения применению положений фундаментальной физики к научному анализу специфических ситуаций. Преподавание данного раздела должно способствовать развитию способностей творческого осмысления получаемых результатов, формированию у будущих выпускников творческого потенциала и навыков профессионального самообразования. В результате освоения всех частей дисциплины, студент должен изучить явления и законы физики конденсированного состояния вещества, границы их применимости, применение изученных законов в важнейших практических приложениях.

Будущий магистр также должен приобрести навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественно-научных и технических проблем.

Освоение содержания дисциплины студентами основано на их бакалаврской подготовке по общей и теоретической физике и математике. При этом содержание дисциплины логически связано с другими частями ООП, предусмотренными по данному направлению и позволяет углубить и закрепить теоретические знания в области проведения вычислительных экспериментов (компьютерных и аналитических) в теоретической и математической физике.

***Требования к результатам освоения дисциплины:***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2).
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Работа с командной строкой. Ввод матриц. Нулевая и единичная матрицы. Простейшие операции над матрицами. Конструирование треугольных и диагональных матриц. Операторы цикла for, while. Оператор ветвления if. За-

	<p>пись программ в М-файлах. Создание собственных функций с помощью М-файлов. Простейшие двумерные графики. Графики кусочно-заданных и параметрически заданных функций. Трехмерная графика. Анимированные графики Исследования функций на экстремум. Нахождение корней полиномов. Решение произвольных уравнений. Исследование функций, зависящих от параметров. Вычисление определенных интегралов. Вычисление двойных интегралов. Интерполяция и сглаживание. Задачи линейной алгебры. Решение дифференциальных уравнений. Решение задачи Коши. Символьные переменные и функции. Вычисления с символьными переменными. Графическое представление функций. Работа с текстовыми файлами: ввод и вывод данных в текстовый файл. Форматный вывод. Принципы создания приложений с GUI. Создание пользовательского окна. Программирование событий. Перенос тепла, перенос излучения, радиационно-кондуктивный теплообмен. Проводимость среды Полупрозрачные среды. Закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, излучение черного тела, серая среда, распределение Планка. Индикатрисса рассеяния, показатель преломления, коэффициент поглощения, приближение эйконала. Полупроводниковые материалы. Полуметаллы. Тепловой пробой диэлектриков. Теория Фока. Проводимость полупроводников. Флуктуации температуры. Мезоплазма. Теория Вагнера. Тепловой пробой полупроводников. Время пробоя. Поплавленные каналы. Конкуренция каналов. Параболические уравнения. Обострение режима. Неустойчивые динамические системы. Принцип максимума. Эталонное решение. Фундаментальная длина. Время обострения.</p>
<b>В.1.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b>
<b>В.1.1.</b>	<p><b><i>Вариативная часть</i></b>  <b><i>Магистерские программы:</i></b>          «Конструкционные наноматериалы»          «Физика конденсированного состояния»          «Теоретическая и математическая физика»</p>
<b>В.1.1.1.</b>	<b>ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК</b>
<b>В.1.2.</b>	<p><b><i>Вариативная часть</i></b>  <b><i>Магистерская программа:</i></b>          «Конструкционные наноматериалы»</p>
<b>В.1.2.1.</b>	<p><b>ФИЗИКА БОЛЬШИХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ</b></p> <p><b><i>Цель дисциплины:</i></b> подготовка магистра к решению как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с разработкой конструкционных наноматериалов и способов их производства и обработки, с целью получения необходимого уровня технологических и эксплуатационных свойств.</p> <p><b><i>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</i></b>          Дисциплина «Физика больших пластических деформаций» входит в вариативную часть общенаучного цикла магистерской программы «Конструкционные наноматериалы» по направлению подготовки 011200.68 Физика. Дисциплина предназначена для ознакомления будущих магистров с основными понятиями физики пластической деформации, механизмами сдвиговой и ротационной пластичности, основами теории дисклинаций, упрочнения и разрушения кристаллических материалов. Построение курса направлено на формирование у обучаемых целостного представления о влиянии больших пластических деформаций на изменения структуры и свойств кристаллических материалов. В данном разделе изучаются механизмы пластического течения, взаимодействие дислокаций и эволюции дислокационных ансамблей.</p>

Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Физика высокотемпературной деформации» «Физика разрушения», «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Композиционные и порошковые наноматериалы»; научно-исследовательской практикой, научно-исследовательской работой и итоговой аттестацией. Приступая к изучению дисциплины «Физика больших пластических деформаций», будущий магистр должен знать общее материаловедение, физику твердого тела, механику, кристаллографию и дефекты кристаллической решетки. Освоение данного раздела необходимо как предшествующий этап для изучения следующих дисциплин: «Физические методы исследования наноматериалов», «Объемные конструкционные наноструктурные металлы и сплавы и методы их обработки», «Технологические свойства конструкционных материалов», «Компьютерное моделирование наноматериалов», Структура и свойства наночастиц и наноматериалов».

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-УК-1);
- способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (М-УК-6);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7).

**Дидактические единицы дисциплины:**

Этапы развития представлений о пластической деформации. Многостадийность деформации. Механизмы деформации. Влияние температуры. Масштабные уровни деформации. Коллективные дислокационные эффекты. Этапы развития представлений о пластической деформации. Многостадийность деформации. Механизмы деформации. Влияние температуры. Масштабные уровни деформации. Коллективные дислокационные эффекты. Ротационная пластическая деформация. Полосы сброса. Двойникование. Носители ротационной пластичности. Ротационные эффекты при ползучести. Поворотная пластичность в некристаллических материалах. Наблюдение дисклинаций. Границы и субграницы деформационного происхождения. Ротационная пластическая деформация. Полосы сброса. Двойникование. Носители ротационной пластичности. Ротационные эффекты при ползучести. Поворотная пластичность в некристаллических материалах. Наблюдение дисклинаций. Границы и субграницы деформационного происхождения. Дислокации Вольтерры. Вектор Франка. Типы дисклинаций. Дисклинационные ди-

	<p>поли и квадруполь. Полные и частичные дисклинации. Клиновидная дисклинация и дислокационная стенка. Дисклинации в двумерных кристаллах. Движение дисклинаций. Дислокации Вольтерры. Вектор Франка. Типы дисклинаций. Дисклинационные диполи и квадруполь. Полные и частичные дисклинации. Клиновидная дисклинация и дислокационная стенка. Дисклинации в двумерных кристаллах. Движение дисклинаций. Дисклинации в бесконечной среде. Дисклинации в упругом цилиндре и диске. Поля напряжений и энергия дисклинации. Взаимодействие дисклинаций между собой, с дислокациями и с другими дефектами. Взаимодействие с поверхностями раздела. Дисклинации в бесконечной среде. Дисклинации в упругом цилиндре и диске. Поля напряжений и энергия дисклинации. Взаимодействие дисклинаций между собой, с дислокациями и с другими дефектами. Взаимодействие с поверхностями раздела. Причины зарождения дисклинаций. Развитие полос переориентации. Дисклинационное описание фрагментированной и блочной структуры. Дисклинационные механизмы упрочнения. Предельная деформация и разрушение. Дисклинации и разрушение. Структурная кинетика разрушения. Причины зарождения дисклинаций. Развитие полос переориентации. Дисклинационное описание фрагментированной и блочной структуры. Дисклинационные механизмы упрочнения. Предельная деформация и разрушение. Дисклинации и разрушение. Структурная кинетика разрушения. Фрагментация металлов с г.ц.к. решеткой. Кристаллогеометрические характеристики границ деформационного происхождения в г.ц.к. металлах. Фрагментация металлов с о.ц.к. и г.п.у. решетками. Кристаллогеометрические характеристики границ деформационного происхождения в о.ц.к. и г.п.у. металлах. Фрагментация металлов с г.ц.к. решеткой. Кристаллогеометрические характеристики границ деформационного происхождения в г.ц.к. металлах. Фрагментация металлов с о.ц.к. и г.п.у. решетками. Кристаллогеометрические характеристики границ деформационного происхождения в о.ц.к. и г.п.у. металлах.</p>
<p><b>В.1.2.2.</b></p>	<p><b>ФИЗИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> подготовка магистра к решению, как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с разработкой конструктивных наноматериалов, предназначенных для эксплуатации при высоких температурах, либо для изготовления из них деталей методом деформации в состоянии сверхпластичности и способов их производства и обработки, с целью получения необходимого уровня технологических и эксплуатационных свойств.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Физика высокотемпературной деформации» входит в вариативную часть общенаучного цикла ООП «Конструкционные наноматериалы» по направлению подготовки 011200.68 Физика. Дисциплина предназначена для ознакомления будущих магистров с основными понятиями физики высокотемпературной пластической деформации, механизмами ползучести и сверхпластичности, основами теории ползучести и разрушения кристаллических материалов при высоких температурах. В совокупности с дисциплиной «Физика больших пластических деформаций» она дает представления о механизмах высокотемпературной пластической деформации крупнозернистых и мелкозернистых материалов, методах повышения сопротивления ползучести и способах перевода материалов в состояние сверхпластичности металлических материалов. Дисциплина базируется на ранее изученных курсах «Механические свойства конструктивных наноматериалов»,</p>

«Композиционные и порошковые наноматериалы»; из которых используются знания о кристаллическом строении твердых тел, дефектах кристаллической решетки, механических свойствах металлических материалов, деформационном поведении материала, структуры наноматериалов. Построение курса направлено на формирование у обучаемых целостного представления об особенностях высокотемпературной пластической деформации, физических принципах разработки жаропрочных и сверхпластичных материалов. В данном разделе изучаются механизмы высокотемпературного пластического течения, взаимодействие дислокаций и эволюции дислокационных ансамблей, механизмы разрушения при ползучести и сверхпластичности.

Приступая к изучению дисциплина «Физика высокотемпературной деформации», будущий магистр должен знать общее материаловедение, физику твердого тела, механику, кристаллографию и дефекты кристаллической решетки. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующий этап для изучения следующих дисциплин: «Объемные конструкционные наноструктурные металлы и сплавы и методы их обработки», «Технологические свойства конструкционных материалов», «Компьютерное моделирование наноматериалов», «Структура и свойства нанофазных материалов»; научно-исследовательской работе и научно-исследовательской практике, при подготовке магистерской диссертации.

***Требования к результатам освоения дисциплины:***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-УК-1);
- способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (М-УК-6);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Определение предмета. Его задачи. Место "Физики высокотемпературной деформации" в системе дисциплин. Понятие о ползучести и сверхпластичности. Определяющие соотношения пластической деформации. Холодная, теплая и горячая деформация. Установившееся пластическое течение, разупрочнение и упрочнение при пластической деформации. Методы механических испытаний при ползучести и сверхпластичности. Виды зависимостей  $\varepsilon=f(\sigma)$ .

Характеристики деформационного поведения материалов. Методы определения параметров функциональных зависимостей  $\varepsilon=f(\sigma)$ . Методы норма-

	<p>лизации скорости деформации и приложенных напряжений. Методы определения энергии активации и ее корректировка на температурную зависимость модуля сдвига. Температурная зависимость энергии активации.</p> <p>Механизмы дислокационной ползучести. Скольжение и переползание дислокаций. Уравнение Орована для скольжения и переползания дислокаций. Связь между макроскопической деформацией и движением дислокаций. Возврат в процессе горячей и теплой деформации. Ползучесть, контролируемая переползанием решеточных дислокаций. Модель Виртмана. Роль субзеренных границ в высокотемпературной ползучести. Переползание дислокаций в субзеренных границах. Особенности низкотемпературного переползания дислокаций. Влияние ЭДУ на ползучесть, контролируемую возвратом. Термоактивация скольжения дислокаций</p> <p>Виды поперечного скольжения. Ползучесть, контролируемая неконсервативным движением ступенек на винтовых дислокациях. Особенности поперечного скольжения в ГПУ и ОЦК-металлах. Класс I и класс II твердых растворов. Вязкое дислокационное скольжение. Переход Класс I → Класс II с изменением температурно-скоростных условий деформации. Особенности структурных изменений при небольших деформациях в твердых растворах первого и второго классов. Пластическая деформация за счет движения точечных дефектов. Диффузионная ползучесть ползучесть. Роль вакансий в диффузионной ползучести. Методы испытаний при скоростях диффузионной ползучести. Влияние размера зерна на деформационное поведение при вязкой ползучести. Ползучесть Набарро-Херринга. Ползучесть Кобла. Ползучесть Харпера-Дорна. Особенности диффузионной ползучести твердых растворов. Способы подавления диффузионной ползучести. Обратные, пороговые и эффективные напряжения. Анализ деформационного поведения дисперсноупрочненных материалов в терминах пороговых напряжений. Взаимодействие дислокаций с дисперсными частицами. Пороговые напряжения связанные с перерезанием дислокациями дисперсных частиц, обхода частиц в результате консервативного и неконсервативного движения дислокаций, отрыва дислокаций от дисперсных частиц. Взаимодействие скопления дислокаций с дисперсными частицами. Физические основы дисперсионного упрочнения. Сверхпластичность. Признаки сверхпластического течения. Условия возникновения эффекта сверхпластичности. Механизмы сверхпластической деформации. Зернограничное проскальзывание. Общие закономерности пластической деформации за счет вращения границ зерен. Совместность пластической деформации. Аккомодационные механизмы пластической деформации. Модели зернограничного проскальзывания. Влияние размера зерен на сверхпластичность. Механизмы сверхпластической деформации на микро- и макроуровнях. Высокоскоростная и низкотемпературная сверхпластичность. Механизмы разрушения при ползучести. Порообразование при ползучести и сверхпластичности. Поры диффузионного происхождения и порообразование, связанное с деформацией. Роль зернограничных частиц в порообразовании. Роль зернограничного проскальзывания в порообразовании. Методы борьбы с порообразованием.</p>
<p><b>В.1.2.3.</b></p>	<p><b>ФИЗИКА РАЗРУШЕНИЯ</b></p> <p><i>Цель дисциплины:</i> содействие изучению обучающимися основ физической теории прочности и пластичности.</p> <p><i>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</i> дисциплина «Физика разрушения» относится к вариативной части общенаучного цикла. Для освоения дисциплины «Физика разрушения» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Общая физика», «Химия», «Кристаллография», «Материаловедение», «Де-</p>



фекты кристаллической решетки», «Физические и механические свойства металлов», «Теория термической обработки, физику прочности и пластичности».

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень и профессионализм, устранять пробелы в знаниях и обучаться на протяжении всей жизни (М-УК-9);
- владения навыками развития научного знания и приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний, проведения критического анализа новых идей (М-СПК<sub>1</sub>);
- 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 (М-УК-5);
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов и формулированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем (М-ПК-3\*);
- владения навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных, умения анализировать и делать выводы по научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности (М-УК-11\*);
- владения базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности (М-УК-12);
- владения умением и навыками самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов (М-ПК-5\*);
- понимания и самостоятельного использования физических и химических основ, принципов и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов (М-СПК-4\*);
- способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2).

**Дидактические единицы дисциплины:**

Определение предмета и его задачи. Содержание курса. Место дисциплины в ряду других дисциплин учебного плана. Понятие о процессе разрушения. Энергия, типы межатомных связей. Разрушение межатомных связей. Трещина Гриффитса. Силовой и энергетический критерий. Трещина Орована. Классификация трещин. Виды разрушения. Энергетическая выгодность за-

	<p>рождения микротрещин. Форма микротрещин. Модели зарождения микротрещин. Устойчивость микротрещин при пластической деформации. Коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещин различного типа. Форма и размер пластической зона в вершине трещины. Модели пластических зон. Механизм роста микротрещин. Механизм роста макротрещин в пластичном материале. Причины потери пластической устойчивости в макроскопических объемах. Шейка. Накопление микротрещин. Статистический подход к описанию процесса разрушения. Понятие повреждаемости. Вязко-хрупкий переход. Схема Иоффе. Влияние различных факторов на температуру вязко-хрупкого перехода. Карты разрушения. Механизмы роста трещин в условиях высокотемпературной деформации. Зернограничное проскальзывание. Рост микропор. Рекристаллизация. Полная кривая усталости. Микроструктурные изменения. Экструзии и интрузии. Зарождение микротрещин. Стадии роста усталостной трещины. Историческая справка. Виды фрактрографических исследований. Методы подготовки и исследования изломов. Классификация изломов. Микро- и макростроение изломов. Связь вида излома с микроструктурой и типом нагружения.</p>
<b>В.1.3.</b>	<p><b><i>Вариативная часть</i></b>  <b><i>Магистерская программа:</i></b>  <b>«Физика конденсированного состояния»</b></p>
<b>В.1.3.1.</b>	<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУЧКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ С КОНДЕНСИРОВАННЫМИ СРЕДАМИ</b>
<b>В.1.3.2.</b>	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ</b>
<b>В.1.3.3.</b>	<p><b>ПРОСТРАНСТВЕННО-НЕУПОРЯДОЧЕННЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ</b></p> <p><b><i>Цель дисциплины:</i></b> ознакомление студентов с методами математического описания пространственно-неупорядоченных твердотельных структур, а также с базовыми теоретическими моделями такого рода структур в статистической физике твердого тела и их анализом.</p> <p><b><i>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</i></b></p> <p>Дисциплина «Пространственно-неупорядоченные твердотельные структуры» относится к вариативной части общенаучного цикла ООП по направлению подготовки 011200.68 «Физика» магистерской программы «Физика конденсированного состояния». Данная дисциплина предназначена для ознакомления студентов с теоретическими методами анализа пространственно-неупорядоченных структур, обучения применению этих методов при математическом моделировании различных процессов, протекающих в такого рода структурах. Преподавание данного раздела должно способствовать развитию способностей творческого осмысления получаемых результатов, формированию у будущих выпускников творческого потенциала и навыков профессионального самообразования.</p> <p>В результате освоения дисциплины, магистр должен знать современное состояние проблем и быть способен использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области теоретической физики твердого тела для решения научно-исследовательских задач. Магистр должен приобрести навыки использования различных методов проведения математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p>Содержание дисциплины логически взаимосвязано со следующими частями ООП: дисциплинами "Современные проблемы физики", "Квантовая электродинамика", «Квантовая статистика», «Специальный физический практикум».</p>

	<p>Приступая к изучению дисциплины «Пространственно-неупорядоченные твердотельные структуры», магистр должен знать общую и теоретическую физику и математику в объеме бакалаврской программы по направлению 011200.62 «Физика» на базовом уровне. Особое значение для усвоения дисциплины имеет курс «Теория вероятностей и математическая статистика».</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b> Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2).</li> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>– способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7).</li> </ul> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b> Понятие пространственно неупорядоченной твердотельной системы, дефекты в твердых телах, дислокации, дислокационная неупорядоченность, поликристаллы, мозаичные кристаллы, континуальный беспорядок, топологический беспорядок, исключенный объем, плотность упаковки. Обзор экспериментальных результатов. Приближение среднего поля, ближний и дальний порядки, локализация Андерсона, локализация электронов, плотность состояний, случайный потенциал, когерентный потенциал, модель Кронига-Пенни. Основные понятия и модели теории протекания, решеточные задачи, сферическая модель, электропроводность вблизи порога протекания. Переход металл-диэлектрик, прыжковая проводимость, зависимость прыжковой проводимости от концентрации примесей, энергия активации прыжковой проводимости, прыжковая проводимость с переменной длиной прыжка. Аморфное твердое тело, аморфные полупроводники, разбавленные и аморфные магнетики, модель Изинга разбавленного магнетика, спиновые стекла, пористость, фрактальная размерность.</p>
<b>В.1.3.4.</b>	<b>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ</b>
<b>В.1.4.</b>	<i>Вариативная часть</i> <i>Магистерская программа</i> «Теоретическая и математическая физика»
<b>В.1.4.1.</b>	<b>НЕЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ</b>
<b>В.1.4.2.</b>	<b>КВАНТОВАЯ СТАТИСТИКА</b>
<b>В.1.4.3.</b>	<b>КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА</b>
<b>В.1.4.4.</b>	<b>ОСНОВЫ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ</b>
<b>КВ.1.</b>	<i>Курс по выбору</i>
<b>КВ.1.1.</b>	<i>Курс по выбору</i> <i>Магистерская программа:</i> «Конструкционные наноматериалы»
<b>КВ.1.1.1.</b>	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ</b>
<b>КВ.1.1.2.</b>	<b>ДИАГНОСТИКА АТОМНОЙ СТРУКТУРЫ ВЕЩЕСТВА</b>
<b>КВ.1.2.</b>	<i>Курс по выбору</i>
<b>КВ. 1.2.1.</b>	<b>ОБЪЕМНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ И МЕТОДЫ ИХ ОБРАБОТКИ</b> <i>Цель дисциплины:</i> содействовать освоению обучающимися основ научного подхода к разработке технологий получения объемных конструкционных на-

	<p>номатериалов (металлов, сплавов и металлоподобных соединений) с учетом предъявляемых к ним требований и природы сырьевых материалов.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b>  Дисциплина «Объемные конструкционные наноструктурные металлы и сплавы и методы их обработки» относится к вариативной части общенаучного цикла.</p> <p>Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Общая физика», «Химия», «Кристаллография», «Материаловедение», «Дефекты кристаллической решетки», «Физические и механические свойства металлов», «Теория термической обработки, физику прочности и пластичности».</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b>  Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-УК-10);</li> <li>– способность к активной социальной мобильности, способности к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (М-СЛК-1*);</li> <li>– способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7*);</li> <li>– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</li> <li>– способность организовывать и планировать исследования в области изучения конструкционных наноматериалов (М-ПК-9).</li> <li>- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень и профессионализм, устранять пробелы в знаниях, возникающих из-за быстрого развития компьютерных технологий в материаловедении (М-УК-9);</li> <li>- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно несвязанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое мировоззрение (М-УК-5);</li> <li>- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (М-ПК-1);</li> <li>- владения базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1).</li> </ul> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b>  Понятие о наноматериалах и нанотехнологиях. Определение объемных наноматериалов. Наноструктурные (наноструктурированные и нанофазные) конструкционные металлы и сплавы. Строение конструкционных наноструктурных металлов и сплавов. Механизмы формирования наноструктур. Два основных механизма получения наноматериалов. Физические, химические, электрохимические методы получения наночастиц и нанопорошков Методы,</p>
--	--

	<p>основанные на превращениях в твердом состоянии.</p> <p>Прессование нанопорошков при комнатной температуре (статическое прессование в прессформах, динамическое прессование: магнитоимпульсное и взрывное, всестороннее изостатическое, прессование вибрационное и ультразвуковое; интенсивная пластическая деформация). Спекание нанопорошков без давления (спекание с микроволновым нагревом и контролируемое). Спекание нанопорошков под давлением (двустороннее прессование, горячее изостатическое прессование, высокотемпературная газовая экструзия, всестороннее компактирование).</p> <p>Сплавы с дисперсным и дисперсионным упрочнением. Способы введения дисперсных частиц в сплавы. Факторы, определяющие величину размера кристаллитов в сплавах. Факторы, определяющие формирование наноструктурных состояний при большой пластической деформации. Интенсивная пластическая деформация кручением под гидростатическим давлением. Циклическая деформация «Осадка-экструзия-осадка». Знакопеременный изгиб. Аккумулируемая прокатка с соединением. Винтовая экструзия. Мультиосевая деформация. Равноканальное угловое прессование. Методы сборки-деформации, плавки-деформации для получения микрокомпозиционных проводов. Комбинированные методы. Особенности формирования наноструктурного состояния при интенсивной пластической деформации.</p> <p>Влияние температуры нагрева и времени выдержки на размер зерен и частиц фаз сплавов. Факторы, способствующие стабилизации наноструктуры в металлах и сплавах. Влияние наноструктуры на температуру Кюри, магнитные, электрические свойства, свойства прочности, пластичности, твердости, износостойкости, трещиностойкости, усталости, жаропрочности наноструктурных металлов и сплавов. Механическая обработка, штамповка, экструзия, формовка, сварка давлением наноструктурных металлов и сплавов. Области применения наноструктурных конструкционных металлов и сплавов.</p>
<b>КВ. 1.2.2.</b>	<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>
<b>КВ.1.3.</b>	<i>Курс по выбору</i> <i>Магистерская программа:</i> «Физика конденсированного состояния»
<b>КВ.1.3.1.</b>	<b>ЭЛЕКТРООПТИКА АНИЗОТРОПНЫХ ЖИДКОСТЕЙ</b>
<b>КВ.1.3.2.</b>	<b>ФИЗИКА ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ</b>
<b>М.2.</b>	<b>Профессиональный цикл</b>
<b>М.2.1.</b>	<i>Базовая часть</i> <i>Магистерские программы:</i> «Конструкционные наноматериалы» «Физика конденсированного состояния» «Теоретическая и математическая физика»
	<b>СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ</b>
	<i>Цель дисциплины:</i> ознакомление магистрантов с современными проблемами экспериментальной и теоретической физики

	<p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Современные проблемы физики» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика.</p> <p>Изучение дисциплины направлено на формирование у студентов представлений о современном состоянии теоретической и экспериментальной физики.</p>
	<p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>– способность использовать знания современных проблем физики в соевой научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);</li> <li>– способность использовать свободное владение профессионально и профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);</li> <li>– способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (М-ПК-6).</li> </ul>
	<p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Спиновые стекла. Анизотропные жидкости. Тонкие твердые покрытия. Тепловой пробой тонких пленок полупроводниковых материалов. Фрактально неупорядоченные твердотельные среды. Перенос теплового излучения в полупрозрачных средах. Выращивание щелочно-галлоидных кристаллов. Прохождение рентгеновского излучения через слабо разориентированные кристаллические среды. Фазовые переходы под воздействием шума. Теория дробления материалов. Проблема теории перколяции. Статистическая теория фазовых переходов. Кинетические уравнения и неравновесная термодинамика. Нетермодинамические флуктуации и расходимости в интегралах столкновений.</p>
<p><b>М.2.1.2.</b></p>	<p><b>ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ФИЗИКИ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> ознакомление магистрантов с историей возникновения основных физических понятий и методологических принципов в процессе развития физической науки</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «История и методология физики» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика.</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>– способность использовать знания современных проблем физики в соевой научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);</li> <li>– способность использовать свободное владение профессионально и профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для</li> </ul>

решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);  
– способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (М-ПК-6).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Принцип единства физического знания, астрономические наблюдения, возникновение геометрических представлений, эмпирический подход, пассивный эксперимент, выделение физики как отдельной науки, теоретические представления Аристотеля, движущие силы развития физики, активный эксперимент, закон Архимеда, проблема описания движения, преобразования Галилея, закон Галилея, разделение экспериментального и теоретического подхода, проблема универсальной системы отчета, понятие импульса и силы, механика Ньютона, понятие трения, закон всемирного тяготения, дальное действие, идеальные модели исследуемых объектов, абсолютно твердое тело, механические воззрения, описание механических воздействий на среду. Законы Паскаля, Бойля-Мариотта и Гука, детерминизм Лапласа.

Понятие температуры, возникновение термодинамики, теория теплорода, закон сохранения энергии, второе начало термодинамики, проблема описания состояния среды, законы состояния газов, ньютоновских жидкостей и твердых тел.

Понятие идеальной жидкости, гидродинамика Эйлера, законы сохранения, диссипативные процессы в механике, неравновесные термодинамические процессы, теория Фурье, закон Фика.

Возникновение науки о свете, опыты Гюйгенса и Ньютона, проблема физической природы света, корпускулярная теория, явления дифракции и интерференции, теория Френеля. Поляризация света и закон Малюса.

Химические процессы, законы сохранения в химических реакциях, теория Флогистона, принцип Ле-Шателье.

Магнетизм Месмера, магнитная сила, представление о магнитных зарядах, электричество, закон Кулона, опыты Вольты и Гальвани, закон Био-Савара-Лапласа, электродинамика Ампера, проблема уравнений движения, принцип Лагранжа, опыты Фарадея, опыты Герца, электромагнитные волны, электродинамика Римана, электродинамика Максвелла и Хейвисайда, опыты Микелена, понятие электрона, противоречие с преобразованиями Галилея, понятия близкого действия, теория эфира, эксперимент Майкельсона-Морли, понятие решающего эксперимента, постоянство скорости света, преобразования Лоренца, понятие одновременности, принцип Пуанкаре, релятивистская механика, пространство Минковского, четырехмерный мир.

Молекулярно-кинетические представления, вероятностный подход, распределение Максвелла, статистическая механика Гиббса, уравнение Больцмана, теория кинетических уравнений, проблема описания фазовых переходов, теория Боголюбова.

Теория излучения Планка, проблема линейчатости спектров излучения, теория фотоэффекта, модель атома по Резерфорду, проблема электропроводности металлов, квантование Бора-Зоммерфельда, теория Де-Бройля, опыты Франка и Герца, принцип дополнительности и соотношение неопределенностей, квантовая механика Гейзенберга, Борна и Иордана, уравнение Шредингера, проблема квантования, опыт Штерна и Герлаха, спин электрона, принцип Паули, обменное взаимодействие, теория химической связи Бозе- и Ферми-статистики, открытие явлений сверхтекучести и сверхпроводимости.

Понятие прямолинейности, геометрии Лобачевского и Римана, принцип эквивалентности, аномальное вращение перигелия Меркурия, отклонение

	<p>лучей света гравитационном поле, общая теория относительности, вселенная Фридмана, закон Хаббла, черные дыры, эффект Хоукинга.</p> <p>Элементарные частицы, концепция квантованного поля, поле Янга-Миллса, концепция суперсимметрии, отсутствие законченной теоретической схемы перестройки физического знания.</p> <p>Проблемы квантования гравитационного поля, единой теории поля, квантового описания физических явлений, статистического описания фазовых переходов, уравнений движений конденсированных сред.</p>
<b>В.2.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b>
<b>В.2.1.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b> <i>Магистерская программа:</i> «Конструкционные наноматериалы»
<b>В.2.1.1.</b>	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ</b>
<b>В.2.1.2.</b>	<p><b>МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ</b></p> <p><b><i>Цель дисциплины:</i></b> подготовка магистра к решению как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с оценкой технологических и эксплуатационных свойств разрабатываемых и существующих конструкционных наноматериалов.</p> <p><b><i>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</i></b></p> <p>Дисциплина «Механические свойства конструкционных наноматериалов» изучается магистрами, обучающимися по направлению подготовки 011200.68 Физика, предназначена для подготовки будущих магистров в области определения и анализа механических свойств, разработке материалов конструкционного и функционального назначения с заданными характеристиками. Программа составлена на основе самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта НИУ «БелГУ» по этому направлению подготовки.</p> <p>Курс лекций посвящен основным представлениям о современной теории механических свойств и практике их экспериментального определения, применительно к такому классу материалов, как конструкционные наноматериалы. Особое внимание уделено трактовке физического и технического смысла важнейших механических свойств и взаимосвязи их со структурой. Рассматриваются также методы проведения механических испытаний. На основе теории дефектов кристаллической решетки проанализированы процессы деформации и разрушения при различных условиях приложения нагрузки и температурах. Особое внимание уделено закономерностям влияния наноструктуры на механические свойства металлов и сплавов.</p> <p>Магистр также должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием лаборатории определения различных механических свойств; навыки использования различных методик измерений и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Конструкционные керамические наноматериалы», «Физика разрушения», «Композиционные и порошковые наноматериалы со специальными свойствами»; научно-исследовательской практикой. Приступая к изучению дисциплины «Механические свойства конструкционных наноматериалов», будущий магистр должен знать общее материаловедение, физику твердого тела, механику, кристаллографию и дефекты кристаллической решетки. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующий этап для прохождения научно-исследовательской практики, научно-исследовательской работы, а также при подготовке магистерской диссертации.</p>



ции.

Курс «Механические свойства конструкционных наноматериалов» необходим для подготовки будущего магистра к практической научно-исследовательской работе в научных лабораториях производственных предприятиях, институтах и учебных заведениях.

***Требования к результатам освоения дисциплины:***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-УК-1);
- способность адаптироваться к изменению научного и научно- производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (М-УК-6);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Закон Гука и упругие константы. Механизм упругой деформации. Физический смысл модулей упругости, методы их определения. Влияние температуры, состава и структуры на модули упругости. Неполная упругость металлов. Эффект Баушингера. Упругое последствие. Неупругая деформация. Микропластическая деформация. Внутреннее трение.

Пластическая деформация скольжением и двойникованием. Связь величины деформации с числом дислокаций и длиной их пробега. Системы скольжения в металлах с г.ц.к., г.п. и о.ц.к. решетками. Основные методы изучения картины пластической деформации. Пластическая деформация г.ц.к. монокристалла, благоприятно ориентированного для одиночного скольжения. Деформация произвольно ориентированного монокристалла. Особенности пластической деформации поликристаллов. Специфика деформации металлов с г.п. и о.ц.к. решетками. Механизм деформации двойникованием. Кристаллография двойникования. Металлография двойников деформации. Свойства границ двойников. Явление деформационного упрочнения. Расчет приведенного напряжения сдвига. Стадии деформационного упрочнения г.ц.к. монокристаллов. Особенности упрочнения кристаллов с другими решетками. Деформационное упрочнение поликристаллов. Теории деформационного упрочнения. Холодная, теплая и горячая деформации. Влияние скорости деформации и схемы напряженного состояния на деформационное упрочнение при разных температурах. Сверхпластичность. Влияние энергии дефектов упаковки, примесей и легирования на пластическую деформацию и упрочнение. Особенности пластической деформации и упроч-

	<p>нения твердых растворов и двухфазных сплавов.</p> <p>Разрушение путем среза и отрыва. Внутризеренное и межзеренное разрушение. Механизмы зарождения трещин. Скорости распространения трещин. Анализ развития трещины с позиций линейной механики разрушения. Критический коэффициент интенсивности напряжений у вершины трещины в условиях объемного и плоского напряженного состояний. Хрупкое и вязкое разрушение Структура изломов. Хрупко-вязкий переход. Способы борьбы с хрупкостью. Замедленное разрушение.</p> <p>Разновидности статических испытаний. Образцы и испытательные машины. Расчет основных свойств. Характеристики сопротивления малым деформациям: пределы пропорциональности, упругости и текучести. Теория резкой текучести. Зависимость предела текучести от размеров зерна и субзерна. Характеристики предельной прочности, пластичности и вязкости. Равномерная и сосредоточенная деформация при одноосном растяжении. Влияние состава и структуры на механические свойства при статических испытаниях гладких образцов. Сопоставление свойств, получаемых по результатам испытаний с разным коэффициентом мягкости. Испытания образцов с надрезом. Испытания на вязкость разрушения. Связь характеристик трещиностойкости с другими механическими свойствами. Зависимость трещиностойкости от состава и структуры материала.</p> <p>Скорости деформации при механических испытаниях. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении. Испытания на ударную вязкость. Определение составляющих полной работы деформации и разрушения. Сериальные испытания при разных температурах. Оценка температуры хрупко-вязкого перехода. Влияние легирования и параметров структуры на ударную вязкость.</p> <p>Физический смысл твердости. Пластическая деформация под индентором. Условность чисел твердости. Твердость по Бринеллю, Викерсу и Роквеллу, микротвердость.</p> <p>Явление ползучести. Разновидности ползучести: обратимая, логарифмическая, высокотемпературная дислокационная и диффузионная. Механизмы деформации при ползучести разных видов. Испытания на ползучесть. Образцы и испытательные машины. Стандартная методика определения предела ползучести. Три стадии высокотемпературной ползучести. Особенности внутризеренной деформации и межзеренные сдвиги при высокотемпературной ползучести. Оценка вклада внутризеренной и межзеренной деформации в общее удлинение при ползучести. Влияние состава и структуры сплавов на характеристики жаропрочности твердых растворов. Влияние частиц избыточных фаз, размера зерна и субструктуры матрицы на жаропрочность.</p> <p>Явление усталости. Феноменология усталостного разрушения. Разновидности циклов напряжений и их характеристики. Усталостные испытания. Кривая Велера. Предел выносливости и усталостная долговечность. Испытания на малоцикловую усталость. Диаграмма усталостного разрушения. Циклическая трещиностойкость. Природа усталостного разрушения. Пластическая деформация при циклическом разрушении. Зарождение и развитие усталостных трещин. Структура усталостного излома. Влияние легирования и структуры на характеристики выносливости. Способы повышения выносливости. Изнашивание и износостойкость металлов.</p>
<b>В.2.1.3.</b>	<p><b>КОМПОЗИЦИОННЫЕ И ПОРОШКОВЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ</b></p> <p><i>Цель дисциплины:</i> подготовка магистра к решению, как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-</p>

технологической деятельности, связанной с разработкой конструкционных наноматериалов и способов их производства и обработки, с целью получения необходимого уровня технологических и эксплуатационных свойств.

***Место дисциплины в структуре магистерской программы:***

Дисциплина «Композиционные и порошковые наноматериалы со специальными свойствами» входит в вариативную часть профессионального цикла ООП по направлению подготовки 011200.68 Физика магистерская программа «Конструкционные наноматериалы». Дисциплина предназначена для ознакомления будущих магистров с классификацией композиционных материалов, с основными понятиями физики спекания, механизмами компактирования, основами теории спекания, упрочнения и разрушения кристаллических материалов. Построение курса направлено на формирование у обучаемых целостного представления о современных технологиях получения порошковых материалов, о влиянии изменения структуры на свойства компактированных и композиционных материалов. В данной дисциплине изучаются механизмы диффузионного взаимодействия по границам зерен, трение и градиенты плотности в порошковых компактах.

Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: разделами «Физика высокотемпературной деформации» «Физика разрушения», «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Физика больших пластических деформаций»; научно-исследовательской работой, научно-исследовательской практикой и магистерской диссертацией. Приступая к изучению дисциплины «Композиционные и порошковые наноматериалы со специальными свойствами», будущий магистр должен знать общее материаловедение, физику твердого тела, механику, кристаллографию и дефекты кристаллической решетки. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующий этап для изучения следующих дисциплин: «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Тонкие твердые покрытия – методы получения, свойства и применение», научно-исследовательской работе, научно-исследовательской практике и при подготовке магистерской диссертации.

***Требования к результатам освоения дисциплины:***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность анализировать и оценивать философские проблемы при решении социальных и профессиональных задач (М-УК-1);
- способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (М-УК-6).
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-

	ПК-7).
	<p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Классификация по геометрической размерности. Объёмные наноструктурные материалы конструкционного, функционального назначения. Композиционные наноматериалы.</p> <p>Классификация объёмных наноструктурных материалов. Классификация по геометрической размерности. Объёмные наноструктурные материалы. Конструкционные наноматериалы. Функциональная керамика. Примеры. Классификация композиционных материалов. Примеры. Методы получения нанопорошков. Метод испарения и конденсации. Левитационно-струйный метод. Детонационный синтез. Электрический взрыв проводников. Плазмохимический синтез. Криохимический метод. Разложение нестабильных соединений. Механосинтез. Осаждение из растворов. Золь-гель метод. Жидкофазное восстановление. Микроэмульсионный метод. СВС. Химико-металлургический метод. Одноосное прессование: статическое, динамическое, вибрационное. Всестороннее прессование. Экструзия. Спекание под давлением. Особенности объёмных наноструктурных материалов, роль границ зёрен. Условия формирования наноструктуры материалов, агломераты наночастиц. Микро-и макроструктура порошкового компакта. Трение в порошковом компакте. Градиенты плотности в порошковых компактах. Условия формирования наноструктуры материалов, агломераты наночастиц. Микро-и макроструктура порошкового компакта. Трение в порошковом компакте. Градиенты плотности в порошковых компактах. Твердофазное спекание. Спекание однокомпонентных систем. Спекание многокомпонентных систем. Жидкофазное спекание</p>
<b>В.2.2.</b>	<p><b>Вариативная часть</b>  <b>Магистерская программа</b>  «Физика конденсированного состояния»</p>
<b>В.2.2.1.</b>	<b>ФИЗИКА НАНОКОМПОЗИТОВ</b>
<b>В.2.2.2.</b>	<p><b>ТОНКИЕ ТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ – МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> ознакомление магистрантов с физическими аспектами, связанными с получением тонких твердых покрытий, современными методами исследования их основных характеристик, а также с результатами исследований свойств и областями применения этих покрытий; освоение различных методик исследований свойств поверхности и покрытий и проведение моделирования процессов взаимодействия ускоренных ионов с поверхностью твердых тел.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Тонкие твердые покрытия - Методы их получения, свойства и применение», входящая в профессиональный цикл вариативной части основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика, предназначена для ознакомления магистров с физическими аспектами, связанными с получением тонких твердых покрытий, современными методами исследования их основных характеристик, а также с результатами исследований свойств и областями применения этих покрытий для последующего выбора возможного направления исследований в данной области.</p> <p>Построение курса направлено на формирование у обучаемых целостного представления о физике процессов получения покрытий, методах и оборудовании для получения твердых покрытий, методах исследования свойств покрытий, основных свойствах твердых покрытий и областях их применения, а</p>

также учтен опыт отечественных и зарубежных компаний в данной области.

Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Физические свойства конструкционных наноматериалов», «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Физические методы исследования наноматериалов».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующий этап для изучения следующих дисциплин: «Методы получения наноматериалов для биосовместимых имплантатов», «Физико-химические свойства перспективных наноструктурных материалов», «Методы диагностики атомной структуры вещества», «Научно-исследовательская работа»; магистерской диссертации.

***Требования к результатам освоения дисциплины:***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);

– способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);

– способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранными языками как средством делового общения (М-УК-8);

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

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

– способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (ПК-4).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Основные понятия физики плазмы. Основные физические процессы, происходящие при ионной бомбардировке. Модели формирования тонких покрытий. Формирование покрытий в условиях ионного облучения.

Предмет и задачи курса. Понятие плазмы. Основные параметры и свойства плазмы. Влияние магнитного поля на плазму. Характеристика основных физических процессов, происходящих при ионной бомбардировке. Рекомбинация ионов. Ядерное и электронное торможение. Распыление материала мишени. Модели ионного распыления. Образование радиационных дефектов. Рекомбинация радиационных дефектов. Отжиг дефектов. Термически стимулированные процессы отжига дефектов.

Основные параметры процесса формирования покрытия из пара. Виды кристаллических поверхностей. TLK – модель (terrace, ledge, kink). Капиллярная модель. Режимы роста тонких покрытий.

Компьютерное моделирование процессов радиационного повреждения в твердых телах. Метод парных столкновений и метод молекулярной динамики.

ки. Принципы моделирования методом парных столкновений. Модель ионно-индуцированного уплотнения. Радиационно-диффузионная модель уплотнения покрытий. Модель субплантации для роста покрытий из гипертермических частиц. Феноменологическая модель возникновения внутренних напряжений сжатия.

Вакуумное термическое испарение. Ионно-плазменные методы распыления. Магнетронное распыление. Вакуумно-дуговое распыление. Импульсное лазерное распыление. Химические методы осаждения твердых покрытий (CVD – методы).

Сущность метода вакуумного термического испарения. Виды испарителей. Катодное распыление: сущность метода, схемы катодного распыления. Сущность метода магнетронного распыления.

Вакуумно-дуговой разряд. Сущность метода вакуумно-дугового распыления, его плюсы и минусы. Принцип действия вакуумно-дугового распылительного устройства. Метод импульсного лазерного распыления, его характеристика. Химические методы осаждения твердых покрытий (CVD – методы).

Электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ. Оже-электронная спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Методы определения толщины покрытий. Методы исследования адгезии. Индентирование. Трибологические исследования. Внутренние напряжения в тонких покрытиях и методы их исследования.

Электронная микроскопия: основные понятия. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Растровая (сканирующая) электронная микроскопия (РЭМ, СЭМ). Сканирующая зондовая микроскопия: принципы действия сканирующих зондовых микроскопов; сканирующая туннельная микроскопия; атомно-силовая микроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ: сущность метода, характеристические рентгеновские спектры. Оже-электронная спектроскопия: сущность метода. Рамановская спектроскопия: сущность метода.

Классификация методов определения толщины покрытий. Понятие адгезии. Основные причины потери адгезионной связи. Методы измерения адгезионной прочности тонких покрытий. Понятие твердости и операции ее измерения. Микроиндентирование. Метод наноиндентирования. Метод скрайбирования. Трение и изнашивание. Виды изнашивания. Трибологические исследования покрытий. Понятие о внутренних напряжениях и их классификация. Методы исследования внутренних напряжений в тонких покрытиях.

Микроструктура покрытий. Морфология поверхности. Состав покрытий. Адгезия. Трибологические характеристики. Электрические свойства. Медико-биологические характеристики. Внутренние напряжения. Виды и свойства тонких твердых покрытий, используемых на инструментах, оснастке и деталях машин.

Микроструктура покрытий как наиболее важная характеристика покрытия. Результаты исследований структуры покрытий. Метод построения функций радиального распределения атомной плотности. Результаты исследований морфологии поверхности. Результаты исследований состава покрытий. Результаты исследований адгезионной прочности. Результаты исследований трибологических характеристик тонких покрытий.

Результаты исследований электрических свойств тонких покрытий. Медико-биологические характеристики тонких покрытий. Результаты исследований внутренних напряжений в тонких покрытиях. Виды и свойства тонких твердых покрытий, используемых на инструментах, оснастке и деталях ма-

	шин.
<b>В.2.2.3.</b>	<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b>
	<b>Цель дисциплины:</b> содействие приобретению магистрами теоретических и практических знаний в области строения и направленного изменения свойств и основных эксплуатационных характеристик конструкционных материалов.
	<b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b> Дисциплина «Материаловедение», входящая в профессиональный цикл, базовой части основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика, должна обеспечить навыки разработки, исследования, модификацию и использование (обработку, эксплуатацию и утилизацию) материалов неорганической и органической природы различного назначения; процессы их формирования, формо- и структурообразования; превращения на стадиях получения, обработки и эксплуатации; процессы получения материалов, заготовок, полуфабрикатов, деталей и изделий, а также управление их качеством для различных областей техники и технологии (машиностроения и приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной энергетики, твердотельной электроники, наноиндустрии, медицинской техники, спортивной и бытовой техники). Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Специальный физический практикум», «Физика нанокompозитов», «Термодинамика нанокompозитов», «Керамические материалы» «Современные проблемы физики» и другие - основные разделы математики фундаментальные разделы физики, подходы и методы механики, термодинамики, кристаллографии, фундаментальные разделы неорганической, органической химии их законы и методы.
	<b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b> Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: – способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2); – способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное направление (М-УК-5); – способность к активной социальной мобильности, способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (М-СЛК-1); – способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1); – способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2); – способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем (М-СПК-1); – способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро и нано- масштабах на механиче-

ские, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2);

– понимать и самостоятельно использовать физические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, иметь навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки; готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по профилю программы магистратуры (М-СПК-3).

***Дидактические единицы дисциплины:***

Предмет изучения дисциплины. Кристаллические и аморфные тела. Элементы кристаллографии. Анизотропия. Взаимодействие частиц в кристаллах. Молекулярные, ковалентные, металлические, ионные кристаллы. Фазовый состав сплавов. Твердые растворы, Промежуточные фазы. Системы металл-неметалл, металл-металл. Точечные, линейные, поверхностные дефекты. Жидкие кристаллы; строение полимеров, строение стекла, строение керамики. Критерии выбора материалов. Механические Свойства – испытания на растяжение, изгиб, твердость. Ударная вязкость; механические свойства при циклических нагрузках. Плотность, тепловое расширение, электропроводность. Самопроизвольная кристаллизация. Закон Гиббса. Несамостоятельная кристаллизация. Строение металлического слитка. Получение монокристаллов. Аморфные металлы. Нанокристаллические материалы. Методы построения диаграмм состояния. ДС первого и второго рода, система с расслоением в твердом состоянии; ДС перетектического типа. Особенности кристаллизации и строения сплавов эвтектической системы. Фазовые диаграммы с промежуточными фазами. ДС с полиморфизмом компонентов. Компоненты и фазы в сплавах Fe-C. Превращения в сплавах системы Fe-Fe<sub>3</sub>C Кристаллизация сталей. Превращения сталей в твердом состоянии. Превращения чугунов. Система Fe-графит. Легирование и фазовые превращения. Карбиды и нитриды в легированных сталях. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения. Механизм пластического деформирования. Особенности деформирования моно- и поликристаллов. Деформирование двухфазных сплавов. Свойства холоднодеформированных металлов. Возврат, полигонизация и рекристаллизация. Стадии оекристаллизации. Виды термической обработки. Диффузия в металлах и сплавах. Диффузия в металлах и полимерах. Снятие остаточных напряжений. Рекристаллизационный отжиг. Гомогенизация. Т/о сплавов с переменной растворимостью. Зоны Гинье-Престона. Зарождение и рост кристаллов аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение. Бейнитное (промежуточное) превращение. Отжиг (перекристаллизационный, сфероидизирующий). Нормализация. Особенности закалки сталей. Обработка холодом. Закаливаемость и прокаливаемость. Отпуск; изменения структуры при отпуске. Влияние легирующих элементов на отпуск. Свойства отпущенной стали. Общие закономерности ХТО. Цементация, азотирование, нитроцементация. Ионная ХТО сплавов. Диффузионное насыщение деталей металлами и неметаллами. Перспективы развития ХТО. Общие требования к конструкционным материалам, прочность материалов. Конструкционная прочность и критерии ее оценки. Методы повышения конструкционной прочности. Классификация конструкционных материалов. Классификация легированных сталей. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. На превращение перлита в аустенит, на превращение переохлажденного аустенита, на мартенситное превращение и превращении при отпуске. Классификация конструкционных сталей Цементуе-



	<p>мые и улучшаемые стали Высокопрочные стали. Пружинные стали. Износостойкие стали. Автоматные стали. Углеродистые, легированные, быстрорежущие инструментальные стали. Штамповые стали для горячего и холодного деформирования. Алмаз как материал для изготовления инструмента. Классификация коррозионностойких сталей и сплавов. Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. Их классификация. Медь и ее сплавы; алюминий и его сплавы, Титан и его сплавы. Материалы порошковой металлургии; пористые порошковые материалы, конструкционные порошковые материалы, САПы. Электротехнические ПМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основах.</p>
<b>В.2.2.4.</b>	<p><b>КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> подготовка магистра к решению как типовых, так и нестандартных задач экспериментально-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с разработкой керамических материалов (наноматериалов) конструкционного и функционального назначений с учетом предъявляемых к ним требований по применению, технологичности, условиям эксплуатации.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Керамические материалы» входит в вариативную часть профессионального цикла по направлению подготовки 011200.68 Физика.</p> <p>Дисциплина «Керамические материалы» относится к междисциплинарной области фундаментальной и прикладной науки и техники. Приступая к изучению дисциплины будущие магистры должны полностью освоить цикл общих естественно-научных и математических дисциплин (в том числе общую физику, химию, кристаллографию, материаловедение).</p> <p>Курс «Керамические материалы» закладывает основы фундаментальных и технологических знаний будущего исследователя и педагога и необходим для подготовки магистранта к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности. Знания и умения, приобретенные в результате изучения курса «Керамические материалы» будут использованы будущим магистрантом в своей профессиональной деятельности при работе в научных лабораториях производственных предприятиях, институтов, учебных заведениях.</p> <p>Преподавание данного курса включает в себя изучение следующих разделов: классификация и способы получения керамических материалов, функциональные керамические материалы, конструкционные керамические материалы, керамические наноматериалы.</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);</li> <li>– способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (М-УК-12);</li> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской</li> </ul>

	<p>программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</p> <p>– способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);</p> <p>– способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7).</p> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Свойства керамических материалов. Основы керамической технологии. Керамика. Классификация керамических материалов по свойствам и областям применения. Конструкционные и функциональные керамические материалы. Керамические композиты. Керамические покрытия. Технологическая схема получения керамик. Подготовка исходного сырья. Компактирование порошков. Способы компактирования порошков. Холодное прессование в пресс-формах. Горячее прессование. Изостатическое прессование. Мундштучное прессование. Литье под давлением. Экструзия. Высокотемпературная обработка компактированных материалов. Классификация функциональных материалов по свойствам и областям применения. Функциональные материалы с электрическими и магнитными свойствами. Понятие физического свойства. Основные физические свойства материалов. Физическое явление, лежащее в основе функции. Полупроводниковые материалы. Сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводимость. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики. Ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики. Материалы с гигантским магнитосопротивлением. Классификация конструкционных керамических материалов. Свойства конструкционных керамических материалов. Виды конструкционных керамических материалов. Оксидные и безоксидные керамические материалы. Особенности структуры керамических конструкционных материалов. Механические свойства материалов. Модифицирование поверхности материалов керамическими покрытиями. Получение керамических наноматериалов. Свойства керамических наноматериалов. Способы получения наноразмерных порошков: механические, химические, физические. Подготовка наноразмерных порошков к компактированию. Способы компактирования наноразмерных порошков. Спекание компактированного материала. Интенсификация процесса спекания при использовании наноразмерных порошков. Проблема высокотемпературной рекристаллизации. Наноструктурирование как эффективный способ улучшения механических свойств материалов. Особенности механических свойств конструкционных керамических наноматериалов. Функциональные керамические наноматериалы. Особенности электрических и магнитных свойств наноматериалов.</p>
<b>В.2.2.5.</b>	<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУЧКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ТВЕРДЫМ ТЕЛОМ</b>
<b>В.2.2.6.</b>	<b>ТЕРМОДИНАМИКА НАНОКОМПОЗИТОВ</b>
<b>В.2.3.</b>	<b><i>Вариативная часть</i></b> <b><i>Магистерская программа</i></b> <b>« Теоретическая и математическая физика»</b>
<b>В.2.3.1.</b>	<b>СТОХАСТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ</b>
<b>В.2.3.2.</b>	<b>КИНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И НЕРАВНОВЕСНАЯ ТЕРМОДИНАМИКА</b>

**Цель дисциплины:** подготовка магистра к освоению и использованию теоретических знаний и методов теоретического исследования при решении задач теоретической и математической физики на практике.

**Место дисциплины в структуре магистерской программы:**

Дисциплина «Кинетические процессы и неравновесная термодинамика» входит в вариативную часть профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика магистерская программа «Теоретическая и математическая физика». Основными формами аудиторных занятий являются лекции и практические занятия. Программой допускается перестановка отдельных тем курса с сохранением общего времени для аудиторных занятий и соотношения между практическими и лекционными занятиями.

Содержание дисциплины логически взаимосвязано с частями ООП по направлению подготовки 011200.62 Физика: модулем «Общая физика», модулем «Математика», модулем «Теоретическая физика»; учебной и производственной практиками. Освоение данной дисциплины необходимо для подготовки магистерской диссертации и подготовить магистра к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской; научно-инновационной; педагогической (в установленном порядке в соответствии с полученной дополнительной квалификацией) и просветительной, при этом логически взаимосвязано с частями ООП по направлению подготовки 011200.68 Физика магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»: дисциплинами «Современные проблемы физики», «Специальный физический практикум», «Нелинейные уравнения математической физики».

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-1);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (М-ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (М-ПК-7);
- способностью организовывать и планировать физические исследования (М-ПК-9);

	<p>– способность руководить научно-исследовательской деятельностью студентов младших курсов и школьников в области физики (М-ПК-11).</p> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Предмет и исходные положения равновесной и неравновесной термодинамики, ее место в курсе теоретической физики. Понятие термодинамической системы и термодинамических параметров; классификация термодинамических систем; разделы термодинамики: равновесная и неравновесная; законы термодинамики; экстенсивные и интенсивные величины; термодинамические потенциалы; необратимость; распределения Больцмана и Максвелла; термодинамическая вероятность; термодинамическая стрела времени; термодинамический хаос; флуктуации. Изменение энтропии открытой системы; скорость производства энтропии и диссипация энергии в открытой системе; термодинамическое сопряжение процессов. Соотношение между значениями движущихся сил и скоростей процессов; термодинамическая форма записи кинетических уравнений. Предмет и исходные положения линейной термодинамики. Феноменологические законы и соотношения Онзагера; вычисление коэффициентов взаимности Онзагера; область применения феноменологических законов; термодинамические критерии устойчивости стационарных состояний; критерий эволюции Пригожина; биологические приложения. Диффузия, теплопроводность, вязкость, термодиффузия; термомеханические явления; капиллярные явления; термоэлектрические эффекты; термомагнитные явления. Предмет и исходные положения теории вероятностей и статистической физики неравновесных состояний. Понятие вероятности; биноминальное распределение; распределение Пуассона и Гаусса; общая формула для вероятности флуктуационного отклонения от равновесного состояния; термодинамические флуктуации; флуктуации в классических и квантовых системах; эргодичность случайного процесса; стационарный марковский случайный процесс; гауссовский случайный стационарный марковский процесс; спектральные представления для случайной переменной и корреляционной функции. Предмет и исходные положения нелинейной термодинамики. Общие критерии устойчивости стационарных состояний; термодинамика нелинейных кинетических систем: термодинамическая и кинетическая ветви решений; устойчивость решений по Ляпунову; точка бифуркации; пространственные, временные и пространственно-временные диссипативные структуры. Функция распределения; кинетическое уравнение для идеального газа; кинетическое уравнение Больцмана; решение уравнение Больцмана для равновесного состояния; H-теорема Больцмана; устойчивость равновесного состояния газа и релаксация неравновесных распределений. Макроскопические величины, характеризующие неравновесное состояние газа; уравнения гидро- и газодинамики; основные положения метода Энско-го-Чепмена и его применение для простого газа. Предмет и исходные положения гидро-и аэродисперсных систем. Понятие и классификация гидро-и аэродисперсных систем и их роль в природе, народном хозяйстве, промышленности, медицине. Понятие о термофорезе и его применении. Постановка задачи. Основные уравнения и граничные условия. Сила и скорость термофореза. Понятие о фотофорезе и его применении. Постановка задачи. Основные уравнения и граничные условия. Сила и скорость фотофореза. Понятие о диффузиофорезе и его применении. Постановка задачи. Основные уравнения и граничные условия. Сила и скорость диффузиофореза.</p>
<b>В.2.3.3.</b>	<p><b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> подготовка магистра к освоению и использованию теорети-</p>

	<p>ческих знаний и методов теоретического исследования при решении задач теоретической физики на практике.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b> Дисциплина «Электродинамика взаимодействия излучения с веществом» относится к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика. Основными формами аудиторных занятий являются лекции и практические занятия. Программой допускается перестановка отдельных тем курса с сохранением общего времени для аудиторных занятий и соотношения между практическими и лекционными занятиями.</p> <p>Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Квантовая электродинамика», «Современные проблемы физики»; научно-исследовательской практикой, а также итоговой аттестацией.</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b> Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2).</li> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1).</li> </ul> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b> Описание излучения быстрых заряженных частиц в классической электродинамике. Излучение в макроскопических полях. Тормозное излучение. Влияние среды. Описание излучения быстрых заряженных частиц в классической электродинамике. Изображение поля излучения силовыми линиями. Синхротронное излучение. Дипольное приближение. Ондюляторное излучение. Тормозное излучение в дипольном приближении. Излучение при резком изменении направления движения частицы. Излучение в поле атома. Длина когерентности. Излучение в аморфной и кристаллической среде. Эффект Ландау-Померанчука-Мигдала. Черенковское излучение и поляризационные потери энергии. Переходное излучение и другие эффекты в неоднородных средах. Квантовая теория тормозного излучения и образования пар. Квантовая теория тормозного излучения. Длина когерентности в квантовой теории. Борновское приближение. Квазиклассическое приближение. Когерентное тормозное излучение и образование пар в кристаллах.</p>
<b>В.2.3.4.</b>	<b>МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕРАВНОВЕСНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ</b>
<b>В.2.3.5.</b>	<b>ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА</b>
	<p><b>Цель дисциплины:</b> обеспечить студентам знакомство с основами квантовой теории твердого тела и создать условия для усвоения методов построения квантовых моделей систем большого числа частиц, возникающих при теоретическом анализе свойств твердого тела при низких температурах.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b> Дисциплина «Основы квантовой теории твердого тела» относится к вариативной части профессионального цикла ООП магистерской программы «Теоретическая и математическая физика» по направлению подготовки 011200.68 «Физика». Данная дисциплина предназначена для ознакомления студентов с современной физической картиной мира, изучения теоретических методов анализа физических явлений в области физики твердого тела,</p>

	<p>обучения применению положений квантовой физики к научному анализу современных проблем в данной области и смежных областях. Преподавание данного раздела должно способствовать развитию способностей творческого осмысления получаемых результатов, формированию у будущих выпускников творческого потенциала и навыков профессионального самообразования.</p> <p>В результате освоения дисциплины, магистр должен изучить применение законов квантовой физики в приложениях, связанных с процессами, протекающими в твердых телах; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии современной науки.</p> <p>Магистр также должен приобрести навыки использования различных методик проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.</p> <p>Содержание дисциплины логически взаимосвязано со следующими частями ООП: "История и методология физики", "Современные проблемы физики", "Квантовая электродинамика", «Квантовая статистика», «Специальный физический практикум».</p> <p>Приступая к изучению дисциплины «Основы квантовой теории твердого тела», магистр должен знать общую и теоретическую физику и математику в объеме бакалаврской программы по направлению 011200.62 «Физика» на базовом уровне.</p>
	<p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (М-УК-11);</li> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> </ul>
	<p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Введение, квантование макроскопического поля, квазичастицы, конденсированный бозе-газ, акустические фононы, изотропный кристалл. оптические фононы, фактор Дебая-Валлера. Ферромагнитные магны, точка Кюри, антиферромагнитные магны, обменный интеграл, точка Нееля. Экситоны, экситоны Мотта и Френкеля, поляроны.</p> <p>Электронный газ, принцип Паули, поверхность Ферми, ферми-газ, корреляционная функцию. Приближение Хартри-Фока, электрон-электронное взаимодействие, метод самосогласованного поля. Приближение почти свободных электронов, теорема Блоха, функции Блоха, энергетические зоны. Метод Вигнера-Зейтца, примесные состояния, плотность состояний, функция Грина, температура Дебая, диэлектрический формализм, зоны Бриллюэна.</p> <p>Уровни Ландау, эффект Де-Гааза – Ван Альфена, циклотронный резонанс. Сверхпроводимость, теория БКШ, уравнение Лондона, сверхтекучесть.</p>
<b>КВ.2.</b>	<b>Курс по выбору</b>
<b>КВ.2.1.</b>	<p><b>Курс по выбору</b>  <b>Магистерская программа:</b>  «Конструкционные наноматериалы»</p>
<b>КВ.2.1.1.</b>	<b>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ</b>
	<p><b>Цель дисциплины:</b> создать условия для формирования умений обучающихся по работе с информацией, получаемой в рамках комплексного подхода проведения</p>

	<p>теоретических и экспериментальных исследований в области наноматериаловедения; формировать навыки владения магистрами основными методами компьютерного моделирования структуры и процессов в наноматериалах, реализуемые в хорошо апробированных пакетах компьютерных программ.</p>
	<p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Компьютерное моделирование наноматериалов» относится к вариативной части профессионального цикла.</p> <p>Для освоения дисциплины «Компьютерное моделирование наноматериалов» Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: модулем Физика и его разделами: «Механика», «Термодинамика»; «Механика материалов» «Основы конструирования», научно-исследовательской практикой. Приступая к изучению дисциплины «Компьютерное моделирование в наноматериаловедении», будущий магистр должен знать основы механики, термодинамики, статистической физики, квантовой механики и материаловедения.</p>
	<p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный уровень и профессионализм, устранять пробелы в знаниях, возникающих из-за быстрого развития компьютерных технологий в материаловедении (М-УК-9);</li> <li>- владение навыками развития научного знания, приобретения нового знания и проведения критического анализа новых идей с использованием результатов компьютерного моделирования в материаловедении (М-СПК<sub>1</sub>);</li> <li>- владение навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе комплексных данных, полученных из результатов экспериментальных исследований и компьютерного моделирования (М-ПК-2*);</li> <li>- владение базовыми знаниями в области компьютерного моделирования в материаловедении (М-ПК-5*);</li> <li>- использование на практике интегрированных знаний, полученных с использованием методов компьютерного моделирования, для понимания проблем направления «Материаловедение и технологии материалов» (М-ПК-5*);</li> <li>- способность к самостоятельному обучению новым методам на основе знания современных методов компьютерного моделирования в материаловедении и тенденций в их развитии (М-УК-12*);</li> <li>- знания методов компьютерного моделирования для оценки и прогнозирования свойств материалов (М-ПК-5*);</li> <li>- способность к профессиональной эксплуатации высокопроизводительной вычислительной техники для решения комплексных задач с использованием методов компьютерного моделирования в материаловедении (М-ПК-3*);</li> <li>- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-УК-10);</li> <li>- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно несвязанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое мировоззрение (М-УК-5);</li> <li>- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (М-ПК-1);</li> </ul>

	<p>- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</p> <p>- владение базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1).</p> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b>  Интеграция компьютерного моделирования как способ повышения эффективности разработок новых материалов.  Многомасштабное моделирование в материаловедении.  Основы расчетов «из первых принципов» в рамках теории функционала электронной плотности. Конфигурационная энергия системы атомов в приближении функционала Кона-Шема. Приближение локальной плотности и обобщенное градиентное приближение в описании обменно-корреляционной энергии. Вклады электронной подсистемы и тепловых колебаний атомов в свободную энергию кристалла. Пакет компьютерных программ ABINIT, реализующий метод функционала электронной плотности в базисе плоских волн. Полуэмпирическое описание взаимодействий между атомами в материалах с металлической и ковалентной связями. Метод молекулярной динамики. Метод Монте-Карло.  Моделирование дефектов кристаллической решетки методами функционала электронной плотности, молекулярной динамики, молекулярной статистики при 0 К и Монте-Карло. Энергии образования и миграции вакансий. Энергии образования и миграции собственных межузельных атомов и атомов примесей внедрения. Энергия границ зерен в бикристаллах. Энергии границ зерен и тройных стыков в нанокристаллических металлах. Эффекты поверхностных напряжений в наностержнях и тонких пленках. Сегрегация атомов примесей на границах зерен. Процесс пластической деформации нанокристаллических металлов и многослойных металлических композитов. Выделение дисперсных фаз из пересыщенного твердого раствора.  Расчет термодинамических характеристик металлов и сплавов методом функционала электронной плотности. Термодинамика композиционно упорядоченных и неупорядоченных твердых тел. Метод вариации кластеров. Методы учета дальнедействующих взаимодействий и сокращения затрат компьютерных ресурсов при расчетах термодинамических характеристик сплавов. Определение структур основного состояния. Расчеты свободной энергии бинарного сплава как функции температуры и концентрации. Свободная энергия фаз, содержащих малые концентрации атомов примесей, либо структурных точечных дефектов. Описание фазовых диаграмм многокомпонентных сплавов. Модельные представления свободной энергии. Приближение CALPHAD. Примеры построения фазовых диаграмм бинарных сплавов из результатов расчетов свободных энергий модельных систем и термодинамических характеристик, установленных из экспериментальных исследований. Пример построения фазовой диаграммы трехкомпонентного сплава.</p>
КВ.2.1.2.	<p><b>КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ</b></p> <p><b>Цель дисциплины:</b> подготовка магистранта к постановке и решению задач научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности, а также решать междисциплинарные задачи с помощью информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продук-</p>



	<p>тов и ресурсов Интернет.</p> <p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Компьютерные технологии в науке и образовании» относится к вариативной части общенаучного цикла.</p> <p>Для освоения дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Компьютерная графика», «Информатика и информационно-коммуникационные технологии».</p>
	<p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение (М-УК-5);</li> <li>– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</li> <li>– способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (М-ПК-4);</li> <li>– способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5).</li> </ul>
	<p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Функционально-структурная организация персонального компьютера. Операционные системы и оболочки. Стандартное ПО. Математические пакеты для численных расчетов физических моделей. Программное обеспечение для работы с текстом. Средства оформления и представления информации. Работа в сети. Браузеры. Поисковые системы. Использование аудио - и видеосредств в эксперименте и учебном процессе.</p>
<b>КВ.2.2.</b>	<b>Курс по выбору</b>
<b>КВ.2.2.1.</b>	<b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ</b>
	<p><b>Цель дисциплины:</b> содействовать освоению магистрантами основ научного подхода к разработке керамических конструкционных наноматериалов (наноструктурированных керамических материалов, наноструктурированных керамических композитов и покрытий) с учетом предъявляемых к ним требований по применению, технологичности, условиям эксплуатации.</p>
	<p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Конструкционные керамические наноматериалы» относится к вариативной части общенаучного цикла.</p> <p>Для освоения дисциплины «Конструкционные керамические наноматериалы» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Кристаллография», «Материаловедение», «Дефекты кристаллической решетки», «Физические и механические свойства</p>

	металлов», «Теория термической обработки, физику прочности и пластичности».
	<p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b></p> <p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-УК-10*);</li> <li>– способность к активной социальной мобильности, способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (М-СЛК-1);</li> <li>– способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);</li> <li>– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области конструкционных наноматериалов и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</li> <li>– способность организовывать и планировать исследования в области изучения конструкционных наноматериалов (М-ПК-9).</li> </ul>
	<p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b></p> <p>Свойства керамических материалов. Основы керамической технологии. Классификация наноматериалов. Особенности физико-химических и механических свойств наноматериалов. Классификация конструкционных керамических наноматериалов. Свойства конструкционных керамических наноматериалов. Композиционные керамические наноматериалы. Наноструктурированные керамические покрытия.</p>
<b>КВ.2.2.2.</b>	<b>СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОФАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>
<b>КВ.2.3.</b>	<b>Курс по выбору</b>
<b>КВ.2.3.1.</b>	<b>ТОНКИЕ ТВЕРДЫЕ ПОКРЫТИЯ – МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ</b>
	<p><b>Цель дисциплины:</b> ознакомление магистрантов с физическими аспектами, связанными с получением тонких твердых покрытий, современными методами исследования их основных характеристик, а также с результатами исследований свойств и областями применения этих покрытий; освоение различных методик исследований свойств поверхности и покрытий и проведение моделирования процессов взаимодействия ускоренных ионов с поверхностью твердых тел.</p>
	<p><b>Место дисциплины в структуре магистерской программы:</b></p> <p>Дисциплина «Конструкционные керамические наноматериалы» относится к вариативной части профессионального цикла.</p> <p>Содержание дисциплины логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Физические свойства конструкционных наноматериалов», «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Физические методы исследования наноматериалов».</p> <p>Освоение данной дисциплины необходимо для оперирования следующими знаниями: основные понятия плазмы, процесс ионной бомбардировки, модели формирования тонких покрытий, ионно-плазменные методы распыления, методы осаждения тонких твердых покрытий, электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия, ожеэлектронная спектроскопия, адгезия, внутренние напряжения, морфология поверхности, трибологические исследования, индентирование, наноструктуры, свойства твердых покрытий и</p>

	<p>области их применения; при подготовке магистерской диссертации; для научно-исследовательской практики.</p> <p><b>Требования к результатам освоения дисциплины:</b>          Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);</li> <li>- способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранными языками как средством делового общения (М-УК-8);</li> <li>- способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);</li> <li>- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</li> <li>- способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (М-ПК-4).</li> </ul> <p><b>Дидактические единицы дисциплины:</b>          Основные понятия физики плазмы. Основные физические процессы, происходящие при ионной бомбардировке. Модели формирования тонких покрытий. Формирование покрытий в условиях ионного облучения. Вакуумное термическое испарение. Ионно-плазменные методы распыления. Магнетронное распыление. Вакуумно-дуговое распыление. Импульсное лазерное распыление. Химические методы осаждения твердых покрытий (CVD – методы).          Электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ. Оже-электронная спектроскопия. Рамановская спектроскопия. Методы определения толщины покрытий. Методы исследования адгезии. Индентирование. Трибологические исследования. Внутренние напряжения в тонких покрытиях и методы их исследования.          Микроструктура покрытий. Морфология поверхности. Состав покрытий. Адгезия. Трибологические характеристики. Электрические свойства. Медико-биологические характеристики. Внутренние напряжения. Виды и свойства тонких твердых покрытий, используемых на инструментах, оснастке и деталях машин.</p>
<b>КВ.2.3.2.</b>	<b>КОРРОЗИЯ И КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ</b>
<b>М.3.</b>	<b>ПРАКТИКИ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b>
<b>М.3.1.</b>	<b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА</b>
<b>М.3.1.1</b>	<b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА</b> <i>Магистерская программа:</i> «Конструкционные наноматериалы»

**Цель научно-исследовательской практики:** систематизация, расширение и закрепление универсальных, профессиональных и специализированных компетенций магистрантов в области конструкционных наноматериалов; формирование у студентов-магистрантов навыков ведения самостоятельного научного исследования и экспериментирования.

**Место научно-исследовательской практики в структуре ООП:**

Научно-исследовательская практика (НИП) магистров проводится в соответствии с учебным планом и является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки обучающихся по магистерской программе «Конструкционные наноматериалы» направления подготовки 011200.68 Физика.

Содержание научно-исследовательской практики логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Физические методы исследования наноматериалов», «Физические свойства конструкционных наноматериалов», «Механические свойства конструкционных наноматериалов», «Физика больших пластических деформаций» и т.д.

Компетенции, приобретенные в результате прохождения научно-исследовательской практики, необходимы будущему магистру для квалифицированной работы в производственных предприятиях, научных лабораториях, учебных заведениях. Они способствуют пониманию будущими магистрами целей, задач и средств исследования конструкционных наноматериалов; формированию у обучающихся целостного представления об основных методах исследования наиболее широко распространенных материалов; развитию у них научного мышления.

**Требования к результатам освоения программы научно-исследовательской практики:**

Процесс освоения программы научно-исследовательской практики направлен на формирование следующих компетенций:

- способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);
- способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);
- способность порождать новые идеи (креативность) (М-УК-10);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (М-ПК-4);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7);</li> <li>– способность проводить свою профессиональную деятельности с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);</li> <li>– способность руководить научно-исследовательской деятельностью студентов младших курсов и школьников в области физики (М-ПК-11).</li> <li>– владение базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развития их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1);</li> <li>– способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2);</li> <li>– углубленные знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владения навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения (М-СПК-3);</li> <li>– способность использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа (М-СПК-4).</li> </ul> <p><b>Этапы научно-исследовательской практики:</b>  Вводный. Установочная конференция. Подготовительный этап. Инструктаж по технике безопасности. Основной (экспериментальный, исследовательский, научно-исследовательская работа студентов) этап. Проведение исследования, эксперимента. Обработка и анализ полученной информации. Подготовка отчета по практике.</p>
3.1.2.	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА</b>  <b>Магистерская программа:</b>  «Физика конденсированного состояния»</p> <p><b>Цель научно-исследовательской практики:</b> систематизация, расширение и закрепление профессиональных и универсальных и специализированных компетенций магистрантов в области физики с учетом особенностей магистерской программы; формирование у магистрантов навыков ведения самостоятельного научного исследования и экспериментирования.</p> <p><b>Место научно-исследовательской практики в структуре ООП:</b>  Научно-исследовательская практика (НИП) магистров проводится в соответствии с учебным планом и является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки обучающихся по магистерской программе «Физика конденсированного состояния» направления подготовки 011200.68 Физика.  Содержание научно-исследовательской практики логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Специальный физический практикум», «Современные проблемы физики», «Физические основы электроники», «Компьютерное моделирование в материаловедении», «Физика нанокомпозитов», «Материаловедение», «Керамические материалы», «Тонкие твердые покрытия – методы получения, свойства и применение» и т.д.</p> <p><b>Требования к результатам освоения программы научно-</b></p>

**исследовательской практики:**

Процесс освоения программы научно-исследовательской практики направлен на формирование следующих компетенций:

- способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);
- способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);
- способность порождать новые идеи (креативность) (М-УК-10);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (М-ПК-4);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7);
- способность проводить свою профессиональную деятельности с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);
- способность руководить научно-исследовательской деятельностью студентов младших курсов и школьников в области физики (ПК-11);
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем (М-СПК-1);
- способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро и нано- масштабах на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2);
- понимать и самостоятельно использовать физические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, иметь навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки; готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по профилю программы магистратуры (М-СПК-3).

**Этапы научно-исследовательской практики:**

	<p>1. Вводный</p> <p>1.1. Подготовительный этап</p> <p>1.2. Инструктаж по технике безопасности</p> <p>2. Основной (экспериментальный, исследовательский, научно-исследовательская работа студентов) этап</p> <p>2.1. Проведение исследования, эксперимента</p> <p>2.2. Обработка и анализ полученной информации</p> <p>3. Подготовка отчета по практике</p>
3.1.3.	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА</b>  <b>Магистерская программа:</b>  «Теоретическая и математическая физика»</p> <p><b>Цель научно-исследовательской практики:</b> систематизация, расширение и закрепление профессиональных, универсальных и специализированных компетенций магистрантов в области физики с учетом особенностей магистерской программы; формирование у магистрантов навыков ведения самостоятельного научного исследования и экспериментирования.</p> <p><b>Место научно-исследовательской практики в структуре ООП:</b>  Научно-исследовательская практика (НИП) магистров проводится в соответствии с учебным планом и является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки обучающихся по магистерской программе «Теоретическая и математическая физика» направления подготовки 011200.68 Физика.  Содержание научно-исследовательской практики логически взаимосвязано с другими частями ООП: дисциплинами «Специальный физический практикум», «Современные проблемы физики», «Основы теории случайных процессов», «Основы квантовой теории твердого тела» и т.д.</p> <p><b>Требования к результатам освоения программы научно-исследовательской практики:</b>  Процесс освоения программы научно-исследовательской практики направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);</li> <li>– способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);</li> <li>– способность порождать новые идеи (креативность) (М-УК-10);</li> <li>– способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) (М-ПК-1);</li> <li>– способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);</li> <li>– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);</li> <li>– способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы) (М-ПК-4);</li> <li>– способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения</li> </ul>

	<p>научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-6);</p> <p>– способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) (М-ПК-7);</p> <p>– способность проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);</p> <p>– способность руководить научно-исследовательской деятельностью студентов младших курсов и школьников в области физики (ПК-11);</p> <p>– способность самостоятельно производить теоретические численные оценки физических величин, которые характеризуют изучаемое физическое явление, и выбирать адекватный теоретический подход к его математическому моделированию (М-СПК-1);</p> <p>– способность самостоятельно выбирать адекватные математические методы решения поставленной физической задачи в рамках сформулированной теоретической модели (М-СПК-2);</p> <p>– способность самостоятельно анализировать полученное решение физической задачи и сопоставлять его с имеющимися экспериментальными данными (М-СПК-3).</p> <p><b>Этапы научно-исследовательской практики:</b></p> <p>1. Вводный</p> <p>1.1. Подготовительный этап</p> <p>1.2. Инструктаж по технике безопасности</p> <p>2. Основной (экспериментальный, исследовательский, научно-исследовательская работа студентов) этап</p> <p>2.1. Проведение исследования, эксперимента</p> <p>2.2. Обработка и анализ полученной информации</p> <p>3. Подготовка отчета по практике</p>
<b>М.3.2.</b>	<p><b>ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА</b></p> <p>«Конструкционные наноматериалы»</p> <p>«Физика конденсированного состояния»</p> <p>«Теоретическая и математическая физика»</p>
<b>М.3.3.</b>	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b></p>
<b>М.3.3.1.</b>	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b></p> <p><i>Магистерская программа:</i></p> <p>«Конструкционные наноматериалы»</p>
	<p><b>Цель научно-исследовательской работы:</b></p> <p>- содействие развитию профессиональных компетенций магистранта.</p> <p>- подготовка магистранта к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.</p> <p><b>Место научно-исследовательской работы в структуре ООП:</b></p> <p>Научно-исследовательская работа магистра проводится в соответствии с учебным планом магистерской программы «Конструкционные наноматериалы», является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки магистров по направлению подготовки 011200.68 Физика, содействует формированию универсальных, социально-личностных и профессиональных компетенций обучающихся в соответствии с требованиями СУОС ВПО НИУ «БелГУ».</p> <p>Научно-исследовательская работа магистров проводится в 1,2 и 3 семестрах магистратуры и является продолжением исследовательской работы бакалавра. Она логически взаимосвязана с другими дисциплинами и модулями</p>



магистерской программы «Конструкционные наноматериалы».

**Требования к результатам освоения программы научно-исследовательской работы:**

Процесс освоения программы научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

- способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);
- способность адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (М-УК-6);
- способность использовать знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);
- способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободное владение русским и иностранным языками как средством делового общения (М-УК -8);
- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (М-УК -9);
- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (М-УК -10);
- способность к включению в профессиональное сообщество: к активной социальной мобильности; к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ; к управлению научным коллективом (М-СЛК-1);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач статей (в соответствии с магистерской программой "Конструкционные наноматериалы") (М-ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем междисциплинарной программы "Конструкционные наноматериалы") и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей (в соответствии с профилем междисциплинарной программы "Конструкционные наноматериалы") (М-ПК-4);
- способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);
- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем междисциплинарной программы "Конструкционные наноматериалы") (М-ПК-6);
- способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем междисциплинарной программы "Конструкционные наноматериалы") (М-ПК-7);

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);</li> <li>– способность организовывать и планировать физические исследования (М-ПК-9);</li> <li>– способность организовывать работу коллектива для решения профессиональных задач (М-ПК-10);</li> <li>– способность руководить научно-исследовательской деятельностью младших курсов и школьников в области физики (М-ПК-11)</li> <li>– владение базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов (М-СПК-1);</li> <li>– способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2);</li> <li>– углубленные знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владения навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения (М-СПК-3);</li> <li>– способность использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа (М-СПК-4).</li> </ul>
	<p><b>Этапы научно-исследовательской работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовительный этап</li> <li>– основной этап</li> <li>– итоговый этап</li> </ul>
<p><b>М.3.3.2.</b></p>	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b>  <b>Магистерская программа:</b>  <b>«Физика конденсированного состояния»</b></p> <p><b>Цель научно-исследовательской работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содействие развитию профессиональных компетенций магистра;</li> <li>– подготовка магистра к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.</li> </ul> <p><b>Место научно-исследовательской работы в структуре ООП:</b></p> <p>Научно-исследовательская работа магистра проводится в соответствии с учебным планом магистерской программы "Физика конденсированного состояния" и является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки магистров по направлению подготовки 011200.68 Физика. В соответствии с СУОС НИУ «БелГУ» научно-исследовательская работа является обязательным разделом основной образовательной программы магистратуры.</p> <p>Содержание научно-исследовательской работы логически взаимосвязано с дисциплинами основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика. Научно-исследовательская работа магистров проводится в 12 семестре магистратуры; желательно, чтобы научно-исследовательская работа магистра была продолжением научно-исследовательской работы бакалавра и логически взаимосвязана с модулями ООП по направлению подготовки 011200.62 Физика. Освоение данного раз-</p>

дела необходимо при подготовке итоговой государственной аттестации (сдаче государственного экзамена и защите магистерской диссертации).

**Требования к результатам освоения программы научно-исследовательской работы:**

Процесс освоения программы научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);
- способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное направление (М-УК-5);
- способностью использовать знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7) ;
- способностью порождать новые идеи (креативность) (М-УК-10);
- способностью к активной социальной мобильности, способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (М-СЛК-1).
- способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач статей (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-1);
- способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (М-ПК-2);
- способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);
- способностью и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-4);
- способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);
- способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-6);
- способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-7);

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);</li> <li>– способностью организовывать и планировать физические исследования (М-ПК-9);</li> <li>– способностью организовывать работу коллектива для решения профессиональных задач (М-ПК-10);</li> <li>– способностью руководить научно-исследовательской деятельностью младших курсов и школьников в области физики (М-ПК-11)</li> <li>– способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) и формированию новых исследовательских задач на основе возникающих проблем (М-СПК-1);</li> <li>– способность самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро и нано- масштабах на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками (М-СПК-2);</li> <li>– понимать и самостоятельно использовать физические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, иметь навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки; готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по профилю программы магистратуры (М-СПК-3).</li> </ul> <p><b>Этапы научно-исследовательской работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовительный этап</li> <li>– основной этап</li> <li>– итоговый этап</li> </ul>
<b>М.3.3.3.</b>	<p><b>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА</b> <i>Магистерская программа:</i> «Теоретическая и математическая физика»</p> <p><b>Цель научно-исследовательской работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содействие развитию профессиональных компетенций магистра;</li> <li>– подготовка магистра к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.</li> </ul> <p><b>Место научно-исследовательской работы в структуре ООП:</b></p> <p>Научно-исследовательская работа магистра проводится в соответствии с учебным планом магистерской программы "Теоретическая и математическая физика" и является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки магистров по направлению подготовки 011200.68 Физика. В соответствии с СУОС НИУ «БелГУ» научно-исследовательская работа является обязательным частью основной образовательной программы магистратуры.</p> <p>Особенностью данной рабочей программы научно-исследовательской работы магистерского профиля "Теоретическая и математическая физика" по направлению подготовки 011200.68 Физика является не только развитие и совершенствование научно-исследовательской деятельности магистров (проведение научных исследований по поставленным проблемам; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; проведение физических исследований по заданной тематике и т.д.), и использованием магистрами современного аналитического и диагностического оборудования и материально-технической базы НИУ БелГУ: Научно образовательных и инновационных центров - “Конструкционные наноматериалы”, «Наноструктур-</p>

ные материалы и нанотехнологии»; Центра коллективного пользования «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»; базовой кафедры "Наноматериалы и нанотехнологий"; НИЛ "Проблем разработки и внедрения ионно-плазменных технологий"; НИЛ "Механических свойств наноструктурных и жаропрочных материалов", а также подготовка к проведению теоретических выкладок, доказательств проводимых экспериментов, разработки теорий и технологий проведения и анализа экспериментов.

**Требования к результатам освоения программы научно-исследовательской работы:**

Процесс освоения программы научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

–способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук (М-УК-2);

–способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное направление (М-УК-5);

–способностью порождать новые идеи (креативность) (М-УК-10);

–способностью к активной социальной мобильности, способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, способностью к управлению научным коллективом (М-СЛК-1);

–способностью использовать знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (М-УК-7);

–способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач статей (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-1);

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

–способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (М-ПК-3);

–способностью и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-4);

–способностью использовать свободное владение профессионально-профильными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (М-ПК-5);

–способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-6);

–способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и

	<p>синтеза физической информации (в соответствии с профилем магистерской программы "Физика конденсированного состояния") (М-ПК-7);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов (М-ПК-8);</li> <li>– способностью организовывать и планировать физические исследования (М-ПК-9);</li> <li>– способностью организовывать работу коллектива для решения профессиональных задач (М-ПК-10);</li> <li>– способностью руководить научно-исследовательской деятельностью младших курсов и школьников в области физики (М-ПК-11).</li> <li>– способностью самостоятельно производить теоретические численные оценки физических величин, которые характеризуют изучаемое физическое явление, и выбирать адекватный теоретический подход к его математическому моделированию (М-СПК-1);</li> <li>– способностью самостоятельно выбирать адекватные математические методы решения поставленной физической задачи в рамках сформулированной теоретической модели (М-СПК-2);</li> <li>– способностью самостоятельно анализировать полученное решение физической задачи и сопоставлять его с имеющимися экспериментальными данными (М-СПК-3).</li> </ul> <p><b>Этапы научно-исследовательской работы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовительный этап</li> <li>– основной этап</li> <li>– итоговый этап</li> </ul>
<b>М.4.</b>	<b>ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ</b>

7.2. Развернутое содержание учебных элементов основной образовательной программы по направлению подготовки 011200.68 Физика.

Содержание представлено в календарном учебном графике, учебном плане, рабочих программах учебных дисциплин, программах научно-исследовательской и педагогической практик, научно-исследовательской работы и итоговой государственной аттестации, составленных в соответствии с требованиями к разработке основных образовательных программ СУОС ВПО НИУ «БелГУ» (раздел IX).

## **VIII. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА**

8.1. Требования соответствуют требованиям СУОС ВПО НИУ «БелГУ» и включают в себя:

- «Общие требования» (п.10.1.);
- «Требования к организации практик магистрантов» (п. 10.2.);
- «Требования к организации научно-исследовательской работы магистрантов» (п. 10.3.);

- «Требования к учебно-методическим и информационным условиям реализации основной образовательной программы магистрантов» (п. 10.4.)\*;
- «Требования к кадровым условиям реализации ООП Магистратуры» (п. 10.5.);
- «Требования к финансовым условиям реализации ООП Магистратуры» (п. 10.6.);
- «Требования к материально-технической базе» (п. 10.7.)\*\*.

*Примечание:*

\* – Учебный процесс реализации магистерской программы обеспечен:

- средствами вычислительной техники (компьютерные классы НИУ «БелГУ»);

- базами данных библиотеки (база данных библиотеки НИУ «БелГУ», тематические базы данных [www.physics.vir.ru](http://www.physics.vir.ru), [ufn.ru/ru/articles/](http://ufn.ru/ru/articles/), [exponent.ru](http://exponent.ru), [matlab.ru](http://matlab.ru), [astrolabe.ru](http://astrolabe.ru), РУБРИКОН, АРБИКОН, Научная электронная библиотека, Университетская информационная система РОССИЯ, Российская государственная библиотека, и многие другие);

- новыми информационными технологиями (электронные учебники, системы контроля знаний, ИНТЕРНЕТ, обучающими программами);

- доступом к зарубежным электронным научным информационным ресурсам: да (74, например: Национальные библиотеки Европы, Австралии, Белоруссии, Великобритании, Германии, Библиотека колледжа Лондонского университета, и другие).

Библиотека имеет онлайн-доступ в международную и российскую информационные системы:

- электронную библиотеку диссертаций РГБ.

- университетскую информационную систему РОССИЯ для исследований и образования в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук.

- фонды Центральной библиотеки образовательных ресурсов Министерства образования и науки РФ, в которых насчитывается более 11 тыс. полнотекстовых версий электронных учебников и учебных пособий по основным дисциплинам и направлениям высшего профессионального образования, рекомендованных МО.

- ресурсы Научной электронной библиотеки (РФФИ).

\*\* – Процесс реализации магистерской программы обеспечен необходимой материально-технической базой, включающей в себя

- компьютерные классы с выходом в Интернет;

- комплекс лабораторий (лаборатория физических исследований, лаборатория технологии обработки материалов, лаборатория рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии, лаборатория компьютерного моделирования, лаборатория зондовой микроскопии, лаборатория металлографии и др.);

– приборную базу, включающую:

- вычислительный 64 – процессорный кластер T-платформы для математических и инженерных расчетов;
- растровый электронный микроскоп Quanta 600 FEG;
- растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 200 3D;
- просвечивающий электронный микроскоп фирмы JEOL JEM2100;
- просвечивающий электронный микроскоп фирмы FEI Tecnai G2 20F S-TWIN;
- рентгеновский спектрометр ARL OPTIM`X с диапазоном определяемых элементов от фтора до урана;
- рентгеновский дифрактометр ARL X`TRA;
- нанотехнологические комплексы NTEGRA Vita и Aura, включающие наоиндентор, атомно-силовой и туннельный микроскопы;
- термоанализатор STD Q600 для высокотемпературного дифференциально-термического, термогравиметрического анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии;
- ИК-Фурье спектрометр-микроскоп Nicolet 6700;
- лазерный дифракционный анализатор размера частиц Анализетте 22 Nanotech;
- анализатор удельной площади поверхности TriStar II 3020;
- ртутный порозиметр AutoPore IV9500;
- высокотемпературный трибометр High-temperature Tribometr (CSM-Instruments);
- скретч тестер REVETEST (CSM-Instruments);
- автоматическая система анализа микротвердости на базе моторизованного микротвердомера DM 8B AUTO;
- Твердомеры 3000BLD по Бринеллю, 402 MVD по Виккерсу и Wilson Wolperrt 600MRD по Роквеллу;
- оптические инвертированные микроскопы Olympus GX51 и Olympus GX71;
- вакуумный пост JEE-420;
- комплекс оборудования Struers для получения образцов и их подготовки к испытаниям (LaboPol-5, TenuPol-5, TegraPol-31, LektroPol-5);
- ионная пушка Fishione 1010 для подготовки образцов для электронной микроскопии;
- универсальная гидравлическая испытательная машина для статических испытаний Instron 300LX-B1-C3-J1C;
- напольная сервогидравлическая испытательная машина Instron 8801;
- универсальная напольная электромеханическая испытательная машина Instron 5882;
- высокоскоростная машина для испытаний на усталость при изгибе балки с вращением модели Р.Р. Мура Instron;
- лабораторный комплекс оборудования для нанесения покрытий методами микродугового оксидирования и электроискрового легирования;



- установка для вакуумной электронно-лучевой наплавки износостойких покрытий ЭЛУ-5;
- установка для ионного азотирования и осаждения функциональных покрытий на материалах и изделиях вакуумно-дуговым методом ННВ6.6-И1;
- стан винтовой прокатки вакуумный;
- стан радиально-сдвиговой прокатки РСП 14-40;
- трехвалковый стан сортовой прокатки ТРИО-180;
- гидравлические прессы производства ОАО «Гидропресс» мощностью 100 и 400 т.с., оснащенные изометрическим блоком;
- сушилка леофильная AdVantage Plus Freeze Dryer XL-70;
- комплекс оборудования для термической обработки металлов и сплавов (печи муфельные Nabertherm, ИТМ и др.);
- проволочно-вырезной пятикоординатный станок SODICK модели AQ300L (точность позиционирования 100нм, дискретность измерительной системы 10нм, точность обрабатываемой детали составляет 6-8 мкм, шероховатость соответствует IX классу).

## **IX. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 011200.68 ФИЗИКА**

9.1. В процессе реализации основной образовательной программы выполняются требования к обеспечению гарантии ее качества (раздел XI. СУОС ВПО НИУ «БелГУ» по направлению подготовки 011200.68 Физика):

- Требования к условиям гарантии качества подготовки\* (п.11.1.);
- Требования к видам и формам оценки качества освоения магистерских программ\*\* (п. 11.2.);
- Требования к фондам оценочных средств\*\* (п. 11.3.);
- Требования к итоговой государственной аттестации\*\* (п. 11.4.)

9.2. Требования к условиям гарантии качества подготовки (п. 11.1 СУОС ВПО), обозначенные (\*), дополнительно интерпретированы пунктами 9.4-10.2 настоящей программы.

9.3. Требования к видам и формам оценки качества освоения основной образовательной программы, к фондам оценочных средств, к итоговой государственной аттестации, обозначенные (\*\*) достаточно подробно представлены в СУОС ВПО: п. 11.2.; п. 11.3.; п. 11.4.

9.4. Требования к условиям гарантии качества подготовки включают в себя:

- разработку стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей;
- мониторинг, периодическое рецензирование образовательных программ;
- разработку объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников;

- обеспечение компетентности преподавательского состава;
- регулярное проведение самообследования по согласованным критериям для оценки своей деятельности (стратегии) и сопоставления с другими образовательными учреждениями с привлечением представителей работодателей;
- информирование общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

9.5. Образовательная деятельность в НИУ «БелГУ» проводится на основе стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей.

9.5.1. Основная образовательная программа реализуется в НИУ «БелГУ», являющемся центром образования, культуры, науки и инноваций и осуществляющем опережающую подготовку интеллектуальной элиты общества на основе интеграции образования, науки и производства, способной к практической реализации новых знаний и профессиональных компетенций.

9.5.2. Реализация основной образовательной программы направлена на подготовку магистров в области всех видов наблюдающихся в природе физических явлений, процессов и структур.

9.5.3. Специфической особенностью реализуемой основной образовательной программы является обеспечение выбора обучающимися индивидуальной образовательной траектории, способствующей подготовке магистров нового типа, обладающих углубленными специальными и фундаментальными знаниями в области физики, а также формирование универсальных, социально-личностных, профессиональных и специализированных компетенций в соответствии с требованиями СУОС ВПО.

9.5.4. Основная образовательная программа реализуется в условиях сертифицированной системы менеджмента качества на соответствие требованиям MS ISO 9001:2008 (сертификат №: 09.440.026 от 22 июня 2009). Проектирование, разработка и осуществление образовательной деятельности по данной программе являются одной из областей сертификации СМК в соответствии с областью лицензирования и государственной аккредитации.

9.5.5. Для разработки стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников по основной образовательной программе привлекаются следующие категории представителей работодателей: действительные и потенциальные заказчики – ЗАО «Энергомаш» (г. Белгород), ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (г. Старый Оскол), ООО «Металл-Деформ» (г. Белгород); посредники, заинтересованные в распространении информации и заключении контракта – Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН (г. Москва), НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцева при МГУ им. М.В. Ломоносова, Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна, Московская область), ЦНИИТМАШ (г. Москва), Петербургский институт ядерной физики РАН (г. Гатчина, Ленинградская область); предприятия, потенциальные подрядчики на формирование совместных творческих коллективов профессорско-преподавательского состава с участием молодых ученых, аспирантов и студентов – ГОУ ВПО «Рязанский радиотехнический университет»

(г. Рязань), ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет»; предприятия, использующие услугу (разработку) в последующем – ЗАО Народное предприятие «Механический завод» (г. Белгород), ООО «Асклепий» (г. Белгород); органы государственной власти и управления – департамент образования и молодежной политики Белгородской области, департамент экономического развития Белгородской области заинтересованные в подобной разработке.

9.5.6. Стратегия по обеспечению качества подготовки выпускников в рамках основной образовательной программы находит свое отражение в целевой программе «Менеджмент качества» (Комплексная программа развития ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет» на 2009-2015 гг.), которая ориентирована на создание условий для удовлетворения потребностей и ожиданий потребителей и других заинтересованных сторон в качественном образовании, повышение конкурентоспособности профессионального образования на международном рынке образовательных услуг.

9.6. В процессе реализации основной образовательной программы регулярно осуществляются ее периодическое рецензирование и мониторинг удовлетворенности потребителей в целях получения информации о степени выполнения университетом их требований в сфере образовательных услуг; ее учета при актуализации требований для проектирования и реализации основной образовательной программы; оценки конкурентоспособности образовательных услуг; разработки корректирующих и предупреждающих действий для совершенствования системы менеджмента качества и повышения ее результативности.

9.6.1. В структуру мониторинга включены все группы потребителей: абитуриенты, обучающиеся, преподаватели, сотрудники, работодатели, в соответствии с которыми определены следующие объекты оценки: условия, созданные абитуриентам для поступления в университет; качество образовательных услуг, оказываемых магистрам; условия, необходимые для реализации образовательных услуг преподавателями; условия, необходимые для реализации образовательных услуг сотрудниками: административно-управленческий персонал; учебно-вспомогательный персонал; инженерно-технические работники и прочий обслуживающий персонал; качество подготовки выпускников, оцениваемое работодателями.

9.6.2. Периодическое рецензирование основной образовательной программы осуществляется выпускающей кафедрой в случае поступления запроса на внесение изменений от потребителя (работодателя, заказчика, магистранта), если данный запрос не противоречит требованиям соответствующего СУОС ВПО; внутренними аудиторами СМК НИУ «БелГУ» на предмет выполнения магистерской программы в соответствии с требованиями СУОС ВПО на основе документированной процедуры «Реализация образовательных программ ВПО» на уровне инженерно-физического факультета; на уровне Федерального агентства по образованию Министерства образования и науки РФ в процессе государственной аккредитации.

9.7. Реализация основной образовательной программы включает в себя разработку объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников.

9.7.1. Нормативными документами, регламентирующими правила и инструкции по оцениванию успеваемости обучающихся, являются Положения о применении дисциплинарных взысканий за нарушение академических норм в написании письменных учебных работ в НИУ «БелГУ»; о промежуточной аттестации; о выпускных квалификационных работах дипломированного специалиста, бакалавра, по программам получения дополнительных квалификаций; об итоговой государственной аттестации выпускников НИУ «БелГУ»; о самостоятельной работе студентов; о формировании фонда тестовых заданий.

9.8. Одним из важнейших стратегических приоритетов в процессе реализации основной образовательной программы является обеспечение гарантий качества преподавания.

9.8.1. Реализация основной образовательной программы предполагает обеспечение двух групп организационно-педагогических условий, обеспечивающих гарантии качества преподавания.

9.8.2. Первая группа условий не зависит от преподавателей и включает социальные гарантии на уровне всей системы профессионального высшего образования и объективные условия НИУ «БелГУ»: развитие системы менеджмента качества; программно-информационное обеспечение образовательного процесса; содействие непрерывному опережающему повышению уровня профессиональной и психолого-педагогической компетентности преподавателя; предоставление преподавателю возможности включения в инновационную деятельность вуза; проведение мониторинга удовлетворенности преподавателей условиями своей профессиональной деятельности.

9.8.3. Вторая группа условий напрямую зависит от самих преподавателей и включает в себя: мотивационную готовность преподавателя к взаимодействию в процессе разработки и реализации программного и учебно-методического обеспечения по направлению подготовки; использование современных образовательных технологий, активных и интерактивных методов и средств обучения; готовность преподавателя к разработке и реализации системы контроля качества подготовки обучающихся.

9.9. Результаты реализации основной образовательной программы ежегодно подвергаются самообследованию и анализу со стороны руководства в рамках СМК по согласованным критериям и сопоставляются с результатами других образовательных учреждений с привлечением представителей работодателей.

9.9.1. Основными структурными компонентами по самообследованию являются: содержание подготовки (анализ рабочего учебного плана магистерской программы, учебно-методическое обеспечение; качество подготовки (внутривузовскую систему контроля качества подготовки выпускников, перечень основных предприятий, с которыми имеются договоры на подготовку выпускников и распределение магистров, научно-исследовательскую работу обучающихся, оценку качества знаний, воспитательную деятельность; усло-

вия, определяющие качество подготовки (кадры, научно-исследовательская деятельность кафедры, социальная структура и поддержка студентов, инновационная деятельность, международное сотрудничество, материально-техническая база, финансовое обеспечение магистерской программы) и др.

9.9.2. Выпускающая кафедра основной образовательной программы ежегодно представляет информацию в соответствующий деканат факультета для выполнения анализа СМК со стороны руководства (декана), который позволяет выявить существующие проблемы и разработать систему мер по ее улучшению и необходимости изменений.

9.9.3. Составляющимися для анализа со стороны руководства (декана) являются: анализ результатов внутренних аудитов; анализ сведений, получаемых за счет организации обратной связи с потребителями образовательных услуг; анализ результатов функционирования процесса: анализ целей в области качества, анализ содержания подготовки по магистерской программе; анализ результатов соответствия образовательных услуг; статус предупреждающих и корректирующих действий; анализ последующих действий, вытекающих из предыдущих анализов со стороны руководства; анализ изменений, которые могут повлиять на СМК; рекомендаций по улучшению СМК НИУ «БелГУ».

9.10. Выпускающая кафедра основной образовательной программы регулярно оценивает восприятие обществом результатов реализации магистерской программы, планов, инноваций по совершенствованию профессиональной подготовки магистров.

9.10.1. Деятельность выпускающей кафедры по информированию общественности направлена на координацию и освещение собственной деятельности средствами массовой информации, на создание положительного имиджа в глазах общественности.

9.10.2. Основными способами оценки являются опросы; интервью; анализ публикаций в СМИ, отчетов, отзывов; публичные встречи; презентации; учет мнений государственных и общественных органов и пр.