

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики твердого тела Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФТТ РАН
Член-корреспондент РАН
В.В. Кведер
« 9 декабря » 2015 г.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Направление подготовки
28.04.04 НАНОСИСТЕМЫ И НАНОМАТЕРИАЛЫ**

**Уровень высшего образования
МАГИСТРАТУРА**

**Квалификация (степень)
МАГИСТР**

**Форма обучения – очная
Нормативный срок освоения программы 2 года
ФГОС ВО утвержден приказом МОН РФ № 1048 от 23.09.2015 г.**

Черноголовка 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
1.1. Нормативные документы для разработки ООП ВО магистратуры по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы.....	3
1.2. Цель ООП ВО магистратуры, реализуемой по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы	3
2. Объекты, виды и задачи деятельности выпускника магистратуры по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы	3
3. Компетенции выпускника, как совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения данной ООП ВО.....	4
4. Общая характеристика ООП ВО магистратуры по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы.....	5
4.1. Структура программы магистратуры по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы.....	5
4.2. Требования к структуре ООП ВО магистратуры по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы.....	6
5. Ресурсное обеспечение ООП ВО подготовки магистров по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы	12
5.1. Учебно-методическое и библиотечно-информационное обеспечение образовательного процесса.....	13
5.2. Кадровое обеспечение реализации ООП ВО.....	13
5.3. Основные материально-технические условия для реализации образовательного процесса.....	13
6. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения основной образовательной программы	14
7. Документы подтверждающие освоение ООП ВО подготовки магистра.....	14
8. Требования к финансовому обеспечению программы.....	14
Приложение 1. Рабочий учебный план – очная (календарный учебный график, учебный план, матрица компетенций) по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы	
Приложение 2. Рабочие программы дисциплин (философские вопросы естествознания, иностранный язык и 16 дисциплин направленных на подготовку к сдаче выпускного экзамена по специальности)	
Приложение 3. Программы практик (производственная, включает в себя 3 практикума, и учебная)	
Приложение 4. Программа научно-исследовательская работа	
Приложение 5. Программа государственной итоговой аттестации магистров по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы	

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основная образовательная программа высшего образования (ООП ВО) уровень высшего образования магистратура (далее – программа магистратуры) является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО). Целью разработки ООП ВО является методическое обеспечение реализации ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

1.1 Нормативные документы для разработки ООП ВО магистратуры по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы

- Федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» (от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ);
- Приказ Минобрнауки России от 23.09.2015 № 1048 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы (уровень магистратуры)" (Зарегистрировано в Минюсте России 12.10.2015 № 39303);
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 14 октября 2015 г. № 1147 "Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"
- Приказ Минобрнауки РФ от 25 марта 2003 г. № 1155 "Об утверждении Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации";
- Лицензия ИФТТ РАН на осуществление образовательной деятельности от 26.04.2012 № 2844;
- Устав ИФТТ РАН, утвержденный приказом ФАНО № 880 от 05.11.2014.

1.2 Цель ООП ВО магистратуры, реализуемой по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы

ООП ВО имеет своей целью формирование у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, относящихся к видам профессиональной деятельности согласно ФГОС ВО высшего образования по данному направлению подготовки.

Целью ООП ВО уровень высшего образования магистратура, реализуемой по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы, является готовность выпускников решать задачи в области своей профессиональной деятельности, включающей сферы науки, техники и технологии, связанные с физическими объектами, явлениями и процессами, происходящими в микро-, макро- и наном мире, физическими закономерностями, рассматриваемыми в основополагающих подразделах физики твердого тела, таких, как неравновесные электронные процессы, электронная кинетика, квантовый транспорт, сверхпроводимость, структура аморфных, кристаллических и квазикристаллических твердых тел, оптическая спектроскопия, физика высоких давлений, физика поверхности, материаловедение и физика магнитных явлений в твердых телах.

2. ОБЪЕКТЫ, ВИДЫ И ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКА МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 28.04.04 НАНОСИСТЕМЫ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Объектами профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу магистратуры по направлению подготовки **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы**, являются:

- взаимодействия дефектов и примесей с дислокациями в полупроводниках и их влияние на электронные свойства дислокаций, процессы электрон-дырочной рекомбинации и оптические свойства материала;
- квазидвумерные электронные системы в полупроводниковых гетероструктурах, экситоны в полупроводниковых квантовых точках и магнитные поляритоны в квантовых точках;
- системы с переходами типа металл-диэлектрик, скейлинговые соотношений в условиях квантового эффекта Холла в системах со сравнительно сильным рассеянием, сверхпроводимость в неупорядоченных средах («плохих» металлах);
- динамика вихревых структур, слоистые сверхпроводники и двумерные джозефсоновские сетки, многослойные и многофазные магнитные структуры (перспективные для использования в магнито-электронике), джозефсоновские структуры сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник (SFS-контакты);
- структура, фазовые превращения, корреляция структуры и свойств в аморфных, нанокристаллических, квазикристаллических материалах и в низкоразмерных органических проводниках;
- механические свойства твердых тел, прочность, пластичность, упрочнение, нарушение закона-Петча Холла и особенности механических свойств в наноматериалах;
- создание низкоразмерных структур (квантовые точки, нити, 2Д метарешетки) металлов и полупроводников на поверхностях полупроводников, металлов и квазидвумерных опаловых матриц и их исследование методами зондовой микроскопии (АФМ, СТМ) и электронной спектроскопии;
- фазы высокого давления в системах металл-водород, взаимодействие углеродных наноматериалов с водородом высокого давления, аморфизация кристаллических фаз при воздействии на них высокого давления.

Вид деятельности, к которому готовятся выпускники, освоившие программу магистратуры по направлению подготовки **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы**: научно-исследовательская.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА, КАК СОВОКУПНЫЙ ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ДАННОЙ ООП ВО

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по направлению подготовки **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы**, должен обладать:

3.1 общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

3.2 общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью к самостоятельному приобретению с помощью информационных технологий и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в

том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

- способностью понимать и глубоко осмысливать философские концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения, оперировать категориями, законами, приемами и формами научного познания, теорией и методологией исследований (ОПК-3);
- способностью представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, докладов на симпозиумах, научных публикаций с использованием современных возможностей информатики и ораторского искусства (ОПК-4).

3.3 профессиональными компетенциями (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

- способностью формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);
- способностью самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);
- способностью к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в российских и зарубежных изданиях (ПК-3);
- способностью к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);
- владением представлениями об исторических этапах развития нанотехнологий, важнейших открытиях отечественных ученых, наиболее актуальных проблемах, связанных с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ООП ВО МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 28.04.04 НАНОСИСТЕМЫ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

4.1. Структура программы магистратуры по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы

<i>Индекс</i>	<i>Наименование</i>	<i>Объем (в з.е.)*</i>
Б1	Блок 1. Дисциплины (модули)	45
Б1.Б	Базовая часть	14
Б1.Б.1	Иностранный язык	4
Б1.Б.2	Философские вопросы естествознания	4
Б1.Б.3	Нанотехнологии	2
Б1.Б.4	Введение в физику твердого тела	4
Б1.В	Вариативная часть	31
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины	21
Б1.В.ОД.1	Нано-биотехнологии для энергетики, оптоэлектроники и биомедицины	2
Б1.В.ОД.2	Термодинамика и основы статистической физики	3
Б1.В.ОД.3	Симметрия и физические свойства кристаллов	2
Б1.В.ОД.4	Основы рентгеноструктурного анализа	2

Б1.В.ОД.5	Физика частично упорядоченных сред	2
Б1.В.ОД.6	Введение в материаловедение. Механические свойства материалов	2
Б1.В.ОД.7	Основы педагогики	2
Б1.В.ОД.8	Спектроскопия и физические свойства дефектных структур в полупроводниках	2
Б1.В.ОД.9	Магнетизм и магнитные наноматериалы	2
Б1.В.ОД.10	Фазовые диаграммы однокомпонентных и бинарных систем	2
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору	10
Б1.В.ДВ.1	1. Гидродинамика и турбулентность 2. Основы физики полупроводников	2
Б1.В. ДВ.2	1. Физика металлов и проводящих наноструктур 2. Электроны в неупорядоченных средах	2
Б1.В. ДВ.3	1. Введение в физику сверхпроводников 2. Введение в физику двумерных электронных систем	2
Б1.В. ДВ.4	1. Теплофизические свойства твердых тел 2. Введение в физику поверхности	4
Б2	Блок 2. Практики, в том числе научно-исследовательская работа	66
Б2.У	Учебная практика	3
Б2.Н	Научно-исследовательская работа	43
Б2.П	Производственная практика	20
Б2.П.1	Практикум по физике твердого тела	4
Б2.П.2	Практикум по вакууму и вакуумной технике	4
Б2.П.3	Практикум по структурному анализу	2
Б2.П.4	Преддипломная практика	10
Б3	Блок 3. Государственная итоговая аттестация	9
	Итого: объем программы аспирантуры	120

Календарный учебный график, сводные данные, учебный план подготовки, распределение компетенций и справочник компетенций приведены в Приложения 1.

4.2. Требования к структуре ООП ВО магистратуры по направлению 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы

№№ п/п	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Трудоемкость акад. часов (зач. единиц)
	Базовая часть	
1	<p style="text-align: center;">Иностранный язык</p> <p>Целями освоения дисциплины «Английский язык» являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обеспечить выпускников магистратуры владением иностранным языком как средством делового общения для решения профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО по данному направлению подготовки; • повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и формирование способности и готовности к межкультурной 	144 (4)

	<p>коммуникации в профессиональной сфере;</p> <ul style="list-style-type: none"> • повышение уровня учебной автономии, способности к непрерывному самообразованию, к работе с мультимедийными программами, электронными словарями, иноязычными ресурсами сети Интернет с целью развития умения самостоятельно приобретать знания для осуществления профессиональной коммуникации на иностранном языке. <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-4, ПК-4</p>	
2	<p align="center">Философские вопросы естествознания</p> <p>Целями освоения дисциплины «Философские вопросы естествознания» являются научить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понятиям и общим проблемам философии естествознания, логике исторического развития науки, ее взаимодействия с социокультурным контекстом человеческого бытия; 2) дать представление о проблемах кризиса современной техногенной цивилизации и глобальным тенденциям смены научной картины мира, типах научной рациональности, системах ценностей научного творчества; 3) сформировать навыки анализа основных мировоззренческих и методологических проблем современной науки и тенденций ее развития. <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОПК-3, ПК-4</p>	144 (4)
3	<p align="center">Нанотехнологии</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение методов формирования наноструктур, особенностей их физических и химических свойств по сравнению с объемными материалами, наиболее перспективных способов их практических применений, а также обучить принципиально новым подходам к созданию материалов, конструкций, приборов и устройств на основе нанотехнологий.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления применительно к наномасштабным объектам, умения ставить и решать задачи по анализу явлений в наноструктурах и разработке методик, материалов, конструкций, устройств и приборов на основе нанотехнологий.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5</p>	72 (2)
4	<p align="center">Введение в физику твердого тела</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематические знания основных разделов современной физики твердого тела, познакомить с основными моделями и методами, необходимыми для дальнейшей самостоятельной работы.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса, а также умения чтения и критического анализа научных публикаций по теме курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1</p>	144 (4)
	Вариативная часть	
5	<p align="center">Нано-биотехнологии для энергетики, оптоэлектроники и биомедицины</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение методов формирования наноструктур из неорганических и</p>	72 (2)

	<p>органических компонентов, особенностей физических и химических свойств композиционных нано-биоструктур по сравнению с объемными материалами и наиболее перспективных способов их практических применений, а также обучить новым подходам к созданию материалов, конструкций, приборов и устройств на основе нано-био-технологий.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления применительно к наномасштабным объектам, умения ставить и решать задачи по анализу явлений в наноструктурах неорганического, органического и смешанного составов и разработке методик, материалов, конструкций, устройств и приборов на основе нано-био-технологий.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-2, ПК-5</p>	
6	<p>Термодинамика и основы статистической физики</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение статистической физики вместе с термодинамикой, и обучить соответствующим методам, основанных на статистическом и феноменологическом рассмотрении различных физических явлений, включая наносистемы и системы с низкой размерностью.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи по статистической физике и термодинамике сложных систем, понимание общих термодинамических и статистических закономерностей макроскопических и наносистем, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1, ПК-2</p>	108 (3)
7	<p>Симметрия и физические свойства кристаллов</p> <p>Целью дисциплины является дать слушателям систематическое описание физических свойств кристаллов, допускающих тензорное представление, термодинамических соотношений между этими свойствами и их связи с точечной группой симметрии кристалла.</p> <p>Задачи: владеть и уметь использовать основные определения и закономерности, излагаемые в рамках данного курса, по таким разделам как: пьезоэлектричество, упругость, явления переноса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1, ПК-3</p>	72 (2)
8	<p>Основы рентгеноструктурного анализа</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение основных этапов рентгеноструктурного анализа, показать практическое приложение методов рентгеноструктурного анализа в области физики твердого тела и материаловедении.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи в области кристаллографии и рентгеноструктурного эксперимента, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1</p>	72 (2)
9	<p>Физика частично упорядоченных сред</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематические знания по физике частично упорядоченных сред, и обучить физическим методам с использованием микроскопического и феноменологического подходов к рассмотрению различных явлений физики частично упорядоченных сред.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков мышления, основанного на</p>	72 (2)

	<p>современных физических представлениях, умения анализировать и решать задачи по физике частично упорядоченных конденсированных сред, свободно владеть основными понятиями, определениями и терминологией в изучаемой области физики.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1</p>	
10	<p>Введение в материаловедение. Механические свойства материалов</p> <p>Цель дисциплины: сформировать у студента представления о закономерностях корреляции состав – структура – механические свойства для металлов (с традиционной и нанокристаллической структурой) и керамических материалов, обучить методам количественной оценки механических свойств материалов, важным для их использования в различных условиях.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков самостоятельной оценки тех или иных материалов с точки зрения их пригодности для использования в практической и экспериментальной деятельности, знакомство студентов с количественными методиками оценки механических свойств материалов в различных условиях, усвоение студентами основных определений, терминологии и закономерностей, изложенных в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-2, ПК-2</p>	72 (2)
11	<p>Основы педагогики</p> <p>Цель дисциплины: приобретение студентами знаний о теоретических основах педагогики, месте педагогики в системе наук, становлении педагогической мысли в историческом аспекте, связи педагогической теории с практикой обучения и воспитания, изучение передового педагогического опыта.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков постановки и решения задач по организации образовательно-воспитательного процесса, умения анализировать, планировать и оценивать образовательный процесс и его результаты, реализовывать процесс профессионального самообразования.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОК-2, ОПК-4</p>	72 (2)
12	<p>Спектроскопия и физические свойства дефектных структур в полупроводниках</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение физических свойств дефектов и дефектных структур в полупроводниках, показать их роль и значимость в интенсивно развивающейся физике низкоразмерных систем, ознакомить с основными спектроскопическими методами исследования.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, свободное владение основными определениями и терминологией в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-2</p>	72 (2)
13	<p>Магнетизм и магнитные наноматериалы</p> <p>Цель дисциплины: овладение научным методом познания, фундаментальными понятиями, законами и теориями физики магнитных явлений, ознакомление с основными экспериментальными методами исследования магнитных характеристик вещества.</p> <p>Задачи: ознакомить магистров с современным содержанием физики магнитных явлений, сформировать основы знаний о природе</p>	72 (2)

	магнетизма. Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-2	
14	Фазовые диаграммы однокомпонентных и бинарных систем Цель дисциплины: познакомить студентов с основами применения термодинамики к построению фазовых диаграмм бинарных и многокомпонентных систем. Задачи: овладеть набором понятий и определений в рамках данного курса, освоить основные правила и закономерности построения фазовых диаграмм бинарных и многокомпонентных систем, привить учащимся навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической литературой. Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2	72 (2)
15	Гидродинамика и турбулентность Цель дисциплины: выработать у обучающегося понимание физических явлений, связанных с течением жидкости и газа. Задачи: дать обучающемуся основы гидродинамики и теории слабой волновой турбулентности, развить навыки физического мышления, научить анализу гидродинамических проблем и методам их решения. Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1, ПК-3	72 (2)
16	Основы физики полупроводников Цель дисциплины: ознакомить студентов с основами физики полупроводников. Наряду с традиционными разделами физики полупроводников в курсе затрагиваются современные проблемы (такие как поляритоны в объемных полупроводниках и полупроводниковых квазидвумерных наноструктурах). Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса. Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2	72 (2)
17	Физика металлов и проводящих наноструктур Цель курса - познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области, а также будут готовы в последующие семестры прослушать следующие, заложенные в образовательную программу, важные и сложные главы физики твердого тела. Задачи дисциплины – дать студентам необходимые знания по основным разделам данной области знаний, которые охватывает следующие темы: первоначальные теории металлов Друде и Зоммерфельда; электронные энергетические зоны, поверхность Ферми и простейшие способы их расчета; кинетические свойства: электрические и гальваномагнитные явления; процессы рассеяния; поведение металлов в высокочастотных полях; квантовые эффекты в проводимости; квантовый транспорт в низкоразмерных системах, распространение электромагнитных волн в металлах в присутствии магнитного поля. Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2	72 (2)
18	Электроны в неупорядоченных средах Цель дисциплины: познакомить студентов с основными понятиями и идеями в области электронных свойств разупорядоченных	72 (2)

	<p>проводников, дать качественное представление о постановке задачи и подходах к их решению. Предполагается, что прослушав этот курс, студенты смогут на базовом уровне понимать текущую научную периодику в этой области, а также будут готовы в последующие семестры прослушать следующие, заложенные в ООП, важные и сложные главы физики твердого тела.</p> <p>Задачи: Дать студентам необходимые знания по основным разделам данной области знаний, которые охватывают следующие темы: феноменология перехода металл-изолятор, переходы Андерсона и Мотта, квантовые поправки к проводимости в области больших кондактансов, плотность состояний и механизм проводимости в полупроводниках при сильном беспорядке, основы теории протекания, кулоновская блокада и др..</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2</p>	
19	<p style="text-align: center;">Введение в физику сверхпроводников</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение основ физики сверхпроводимости. Все полученные в курсе лекций результаты восходят к "первопринципам", так чтобы за выводом возможно было проследить от начала до конца. Вместе с тем, целью выводов часто является качественный результат и оценка по порядку величины, что позволяет избегать сложных теорий и расчетов, необходимых для получения точных результатов. Курс содержит современные материалы, связанные с особенностями сверхпроводимости наноструктур, сверхпроводящим транспортом в гибридных и низкоразмерных структурах.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи по сверхпроводимости, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ПК-1, ПК-2</p>	72 (2)
20	<p style="text-align: center;">Введение в физику двумерных электронных систем</p> <p>Цель дисциплины: ознакомление студентов с основными положениями физики низкоразмерных систем, ставшей к настоящему времени одним из магистральных направлений современной физики твердого тела и твердотельной электроники.</p> <p>Задачи: свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса, умение решать стандартные задачи по физике двумерных электронных систем.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-1, ПК-2</p>	72 (2)
21	<p style="text-align: center;">Теплофизические свойства твердых тел</p> <p>Цель дисциплины: дать студенту систематическое изложение теоретических и экспериментальных основ физики динамики решетки, методов термодинамики в физике твердого тела, влияние размеров кристаллов и роли поверхностных эффектов на термодинамические свойства наноматериалов. Наряду с традиционными разделами физики кристаллической решетки в курсе затрагиваются проблемы квантовых кристаллов и квантовых жидкостей, слушатели получают представление о практической термометрии при разных температурах, работе с низкотемпературными приборами.</p> <p>Задачи: развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи по проведению исследований</p>	144 (4)

	<p>теплофизических свойств твердых тел при разных температурах, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-2, ПК-1</p>	
22	<p align="center">Введение в физику поверхности</p> <p>Цель дисциплины: Изучение основ методов исследования электронной и атомно-кристаллической структуры поверхности и возможности их применения при исследовании новых материалов.</p> <p>Задачи: ознакомить студентов с физическими основами методов исследования поверхности, с инженерными основами вакуумной техники и развитие у студентов навыков физического мышления, умения ставить и решать задачи по физике систем, свободно владеть основными определениями и терминологией в рамках данного курса. Задача курса состоит в изложении базовых знаний о том, как устроены поверхности твердых тел, какими специфическими свойствами они обладают, и какие процессы протекают на поверхности. В курсе рассматриваются атомная и электронная структура поверхности, поверхности раздела металл - полупроводник, гетероструктуры, адсорбция, химические реакции и рост пленок, а также основные современные методы исследования поверхности.</p> <p>Формируемые компетенции: ОК-1, ОПК-2, ПК-1</p>	144 (4)

Рабочие программы дисциплин, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную литературу, приведены в Приложение 2.

№№ п/п	Наименование практик и их основные разделы	Трудоемкость акад. часов (зач. единиц)
1	<p align="center">Учебная практика</p> <p>Целью учебной практики является:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знакомство с лабораториями и отделами организации; - овладение методиками и оборудованием, применяемыми в данной организации; - развитие навыков самостоятельного решения проблем и задач, связанных с проблематикой, выбранной специализации; - применение полученных в процессе обучения знаний для подготовки и последующего анализа научных данных. <p>Задачами, выдвигаемыми перед магистрами, являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закрепление, углубление и расширение теоретических знаний, умений и навыков, полученных магистрами в процессе теоретического обучения; - овладение профессионально-практическими умениями, производственными навыками; - самостоятельный анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по теме диссертации; - постановка научно-технической задачи, выбор методических способов и средств её решения; - постановка и проведение экспериментов, сбор, обработка и анализ 	108 (3)

	<p>результатов, идентификация теории и эксперимента;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование информационных технологий для решения научно-технических задач; - расширение и закрепление теоретических знаний и практических навыков научно-исследовательской деятельности и экспериментальных исследований; - приобретение навыков постановки цели и задач эксперимента и проведения экспериментальных исследований. <p>Формируемые компетенции: ПК-4, ПК-5</p>	
2	<p style="text-align: center;">Научно-исследовательская работа</p> <p>Цель научно-исследовательской работы: подготовить магистра к самостоятельным научным исследованиям. Результатом научно-исследовательской работы является подготовка и успешная защита магистерской диссертации. Научно-исследовательская работа осуществляется магистром под руководством научного руководителя. Направление научно-исследовательских работ магистра определяется в соответствии с научной специальностью и темой магистерской диссертации.</p> <p>Задача НИР:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приобретение навыков выполнения научно-исследовательской работы и развитие умений; - формулирование и решение вопросов, возникающих в ходе выполнения научно-исследовательской работы; - выбор необходимых методов исследования (модифицировать существующие, разрабатывать новые методы), исходя из задач конкретного исследования (по теме диссертации или при выполнении заданий научного руководителя в рамках темы); - применение современных информационных технологий при проведении научных исследований; - ведение библиографической работы с привлечением современных информационных технологий; - обработка полученных результатов, анализ и представление их в виде законченных научно-исследовательских разработок (отчет по научно-исследовательской работе, тезисы докладов, научные статьи); - получение других навыков и умений, необходимых магистру данной специальности. <p>Формируемые компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5</p>	1548 (43)
3	Производственная практика	
3.1	<p style="text-align: center;">Практикум по физике твердого тела</p> <p>Практикум включает ряд задач, выполнение которых позволит студентам освоить некоторые важные методики, используемые в экспериментальной физике твердого тела. Сюда включено ознакомление с пакетом LabView, наиболее часто применяемым в лабораториях для автоматизации эксперимента, задача по фотолитографии, без которой немыслима современная технология изготовления низкоразмерных структур, а также задачи, позволяющие студентам освоить основы низкотемпературного эксперимента, методики создания высокого давления, работы с низкоразмерными полупроводниковыми структурами. Работы выполняются подгруппами по 3-4 студента.</p> <p>Задача лабораторного практикума - познакомить студентов с</p>	144 (4)

	<p>основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что пройдя этот курс и выполнив все задачи практикума, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области, а также легко освоят основные методики физики твердого тела.</p> <p>Формируемые компетенции: ПК-2, ПК-3</p>	
3.2	<p>Практикум по вакууму и вакуумной технике</p> <p>Практикум включает ряд задач, выполнение которых позволит студентам освоить важные методики, используемые в экспериментальной физике твердого тела. Предметом изучения в практикуме дисциплины являются современные методы получения, измерения и сохранения вакуума. В системе подготовки они должны занимать существенное место, т.к. вакуум используется во многих современных физических приборах различного назначения и в вакуумных технологических установках. Для изучения дисциплины необходимы знания математики, информатики, физики, физической химии в пределах программ естественно-научного цикла дисциплин. Работы выполняются подгруппами по 3-4 студента.</p> <p>Задача лабораторного практикума – познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что пройдя этот курс и выполнив все задачи практикума, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области, а также легко освоят основные методики физики твердого тела.</p> <p>Формируемые компетенции: ПК-3</p>	144 (4)
3.3	<p>Практикум по структурному анализу</p> <p>Цель практики: дать студентам основные знания о современных методах анализа структуры веществ и принципах их работы, а также формирование у обучающихся практических навыков использования изучаемых методов, в том числе, освоить основные принципы определения особенностей структуры неизвестного материала (включая аморфные материалы и наноматериалы) посредством комплексного анализа его структурных особенностей.</p> <p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создание у обучающихся теоретической и практической баз для освоения различных методов исследования структуры веществ; • развивать навыки работы студентов на современном оборудовании; • познакомить студентов с примерами решения типичных задач физики при помощи методов структурного анализа и научить выбору подходящей методики при решении определенных исследовательских задач физики твердого тела и материаловедения. <p>Формируемые компетенции: ПК-1</p>	72 (2)
3.4	<p>Преддипломная практика</p> <p>Цель практики: сбор материала, необходимого для выполнения дипломной работы в соответствии с избранной темой и планом, согласованным с руководителем ВКР, а также углубление и закрепление теоретических знаний, подготовка к самостоятельной работе по специальности.</p> <p>Задача практики:</p> <ul style="list-style-type: none"> • приобретение более глубоких профессиональных навыков, 	360 (10)

	<p>необходимых при решении конкретных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> • сбор, обобщение и анализ практического материала, необходимого для подготовки и написания выпускной квалификационной работы. Во время преддипломной практики не достаточно только собрать материал, необходимый для написания ВКР. Студент должен изучить информационные источники по теме ВКР. Творческая проработка подобранной информации по теме ВКР позволяет не только всесторонне осветить основные теоретические вопросы темы, но и собрать обширный практический материал. В целях закрепления и углубления теоретических знаний и приобретения практических навыков студент должен тщательно проработать и изучить нормативные документы по теме ВКР, а также используемые в лабораториях средства программного обеспечения. <p>Формируемые компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5</p>	
--	---	--

Программы практик, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную литературу, приведены в Приложение 3.

5. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ООП ВО МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 28.04.04 НАНОСИСТЕМЫ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

5.1. Учебно-методическое и библиотечно-информационное обеспечение образовательного процесса

Реализация основной образовательной программы подготовки магистров обеспечивается доступом каждого магистра к библиотечным фондам, соответствующим по содержанию полному перечню дисциплин из расчета обеспеченности учебной литературой в количестве не менее 1 экз. на одного обучающегося. Максимальный объем учебной нагрузки обучающихся составляет не более 60 з.е. в год, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной, научно-исследовательской) работы по освоению основной образовательной программы.

Общий объем каникулярного времени за весь период обучения составляет порядка 30 недель очная.

Каждый магистр обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам. Обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к этой системе не менее 20 человек.

Библиотечный фонд укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов. Фонд дополнительной литературы, помимо учебной, включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания.

Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными институтами и организациями осуществляется с соблюдением требований законодательства РФ об интеллектуальной собственности и международных договоров РФ в области интеллектуальной собственности. Для обучающихся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Преподаватели, участвующие в подготовке магистров, ведут активную работу по подготовке и изданию научных статей, учебников и учебных пособий.

5.2. Кадровое обеспечение реализации ООП ВО

В институте работает более 35 преподавателей, все преподаватели имеют ученое звание и/или степень, в том числе, более 25 профессоров и/или докторов наук. Реализация ООП ВО магистратуры по направлению **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы** обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью. Основная часть преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу, имеют ученые степени доктора наук или ученое звание профессора.

Научный руководитель, назначенный обучающемуся, имеет ученую степень, осуществляет самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по направленности (профилю) подготовки, имеет публикации по результатам научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляет апробацию результатов научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

5.3. Основные материально-технические условия для реализации образовательного процесса

ИФТТ РАН, реализующее ООП ВО магистратуры, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, экспериментальной и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебными планами. Лабораторный комплекс ИФТТ РАН включает в себя учебные аудитории и научно-образовательные центры, оснащенные самым современным оборудованием.

В настоящий момент материально-техническая база института отвечает всем современным требованиям для качественной подготовки магистров. В состав материально-технической базы входит:

- Современные технические средства: компьютеры, видеотехника, проекторы, экраны, плоттеры, принтеры.
- Современное измерительное оборудование (Рамановские и ИК спектрометры, низкотемпературные криостаты, сверхпроводящие соленоиды, электронные и оптические микроскопы, рентгеновские дифрактометры, пикосекундная техника, камеры высокого давления, калориметры и дилатометры, импедансные спектрометры и другие цифровые электроизмерительные приборы и т.д.).

В целом материально-техническая база института позволяет вести учебный процесс по направлению подготовки **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы** и соответствует требованиям, предъявляемым к качеству подготовки магистров.

6. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения ООП ВО магистратуры по направлению **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы** включает текущий контроль успеваемости (рефераты контрольные работы), промежуточную аттестацию (экзамены и зачеты) обучающихся и итоговую государственную аттестацию выпускников. Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям процесса обучения созданы фонды оценочных средств, включающие экзаменационные вопросы, типовые темы рефератов, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. При разработке оценочных средств для контроля качества изучения учебных дисциплин,

прохождения практик учтены связи между включенными в них знаниями, что позволяет установить должное качество сформированных у обучающихся компетенций по видам профессиональной деятельности, а также степень общей готовности к ней. Итоговая государственная аттестация магистров по направлению **28.04.04 Наносистемы и наноматериалы** направлена на установление соответствия уровня подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО. Итоговая государственная аттестация включает: экзамен по специальной дисциплине, соответствующей профилю направления подготовки и защиту магистерской диссертации.

Программа итоговой государственной аттестации приведена в Приложение 5.

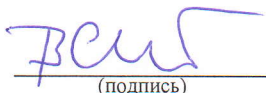

7. ДОКУМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ОСВОЕНИЕ ООП ВО ПОДГОТОВКИ МАГИСТРА

Лицам, полностью выполнившим основную образовательную программу в магистратуре и успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию, выдается диплом государственного образца с присвоением квалификации «Магистр».

8. ТРЕБОВАНИЯ К ФИНАНСОВОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОГРАММЫ

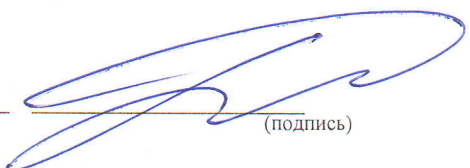
Финансовое обеспечение реализации программы осуществляется на основе требований ФГОС ВО, расчеты проводятся с учетом направленности программы в соответствии с Методикой расчета норматива подушевого финансирования, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации для соответствующих стоимостных групп.

ООП ВО магистратуры по направлению подготовки 28.04.04 Наносистемы и наноматериалы разработали:

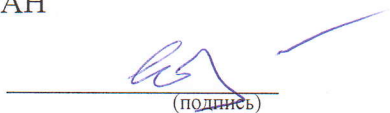
<u>доцент, д. ф.-м. н.</u> (ученое звание, степень)	 (подпись)	<u>Синицын В.В.</u> (Ф.И.О.)
<u>к. ф.-м. н.</u> (ученое звание, степень)	 (подпись)	<u>Горнакова А.С.</u> (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора

<u>д. ф.-м. н.</u> (ученое звание, степень)	 (подпись)	<u>Левченко А.А.</u> (Ф.И.О.)
--	--	----------------------------------

Ученый секретарь ИФТТ РАН

<u>д. ф.-м. н.</u> (ученое звание, степень)	 (подпись)	<u>Абросимова Г.Е.</u> (Ф.И.О.)
--	--	------------------------------------

ООП ВО рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета Института физики твердого тела РАН

протокол №21 от 30 ноября 2015 г.