

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

Институт физики

Утверждаю:

Проректор

по научной деятельности КФУ

Д.К. Нургалиев

" 29 " ~~апреля~~ 20 15 г.



**Основная профессиональная  
образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки  
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Профиль подготовки  
01.04.07 – ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения  
Очная

СОГЛАСОВАНО:

Учебно-методическая комиссия Института физики  
Протокол заседания УМК №11 от "20" мая 2015 г.

Казань 2015

## **1. Общие положения**

**1.1. Основная профессиональная образовательная программа уровня подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры), реализуемая ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет" по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» и профилю подготовки 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»** представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную Казанским федеральным университетом с учетом формирования компетенций Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО).

ОПОП регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие применение соответствующих образовательных технологий.

### **1.2. Нормативные документы для разработки ОПОП**

Нормативную правовую базу разработки ОПОП составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";

- Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) высшего образования (ВО), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014г. № 867;

- Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

- Устав вуза ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет";

- Локальные нормативные акты ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

### **1.3. Общая характеристика вузовской основной профессиональной образовательной программы высшего профессионального образования**

#### **1.3.1. Цель (миссия) ОПОП:**

Целью ОПОП ВО является профессиональная подготовка выпускника в соответствии с уровнем развития техники и технологий в области Физики конденсированного состояния, включающая освоение универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, относящихся к видам профессиональной деятельности согласно ФГОС высшего образования по данному направлению подготовки.

В области обучения общей целью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки является получение обучающимся высшего профессионального профилированного образования, позволяющего выпускнику: решать задачи в области своей профессиональной деятельности, включающей сферы науки, техники, технологии и педагогики, связанные с физическими объектами, явлениями и процессами, происходящими в микро- и макромире, физическими закономерностями, рассматриваемыми в основополагающих подразделах физики твердого тела, таких, как неравновесных электронных процессов, электронной кинетики, квантового транспорта, сверхпроводимости, структуры аморфных и кристаллических твердых тел, физики высоких давлений и в специализированных электрониках: вакуумной, твёрдотельной, эмиссионной, функциональной, а также плёнок и поверхностей.

#### **1.3.2. Срок освоения ОПОП:**

Нормативный срок освоения ОПОП подготовки в рамках направления подготовки уровня подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры) при очной форме обучения – 4 года.

### **1.3.3. Трудоемкость ОПОП:**

Трудоемкость освоения обучающимся ОПОП ВО составляет 240 зачетных единиц (з.е.) и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы обучающихся, практики и время, отводимое на контроль качества освоения обучающимся ОПОП ВО (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

### **1.4. Требования к поступающему в аспирантуру**

Поступающий в аспирантуру должен иметь документ государственного образца о высшем образовании (специалитет или магистратура), в соответствии с правилами приема в Казанский федеральный университет, сдать необходимые вступительные испытания. Правила приема ежегодно устанавливаются решением Ученого совета университета. Список вступительных испытаний и необходимых документов определяется Правилами приема в университет.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ОПОП**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

Область профессиональной деятельности выпускника по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль Физика конденсированного состояния - 01.04.07, включает сферы науки, техники, технологии и педагогики, связанные с физическими объектами, явлениями и процессами, происходящими в микро- и макромире, физическими закономерностями, рассматриваемыми в основополагающих подразделах физики конденсированного состояния тела, таких, как неравновесные электронные процессы, электронная кинетика, квантовый транспорт, сверхпроводимость, структура аморфных и кристаллических твердых тел, физика высоких давлений, вакуумная, твердотельная, эмиссионная, функциональная электроника, а также физика плёнок, гетероструктур и поверхностей.

### **2.2 Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются: металлы и их сплавы, неорганические и органические соединения, диэлектрики и в том числе материалы световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления; неупорядоченные неорганические и органические системы, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы; воздействия различных видов излучений, сжатий и ударных воздействий, низких и высоких температур, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ; фазовые переходы и фазовые диаграммы состояния; математических модели фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения; экспериментальные методы изучения физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

Виды профессиональной деятельности выпускника: научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии; преподавательская деятельность в области физики и астрономии.

### **2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Выпускник по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», профиль Физика конденсированного состояния - 01.04.07, должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности: критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения; участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач; использовать современные методы и

технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; преподавать предметы по основным образовательным программам высшего образования; самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния; планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции.

### **3. Компетенции выпускника ОПОП аспиранта, формируемые в результате освоения данной ОПОП ВО, карта компетенций (Таблица 1).**

Результаты освоения ОПОП аспиранта определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Выпускник должен обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);
- способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния (ПК-2);
- способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-3);

Таблица 1

| Разделы ОПОП  |   | Компетенции               |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|---------------|---|---------------------------|------|------|------|------|----------------------------------|-------|------------------------------|------|
|               |   | Универсальные компетенции |      |      |      |      | Общепрофессиональные компетенции |       | Профессиональные компетенции |      |
|               |   | УК-1                      | УК-2 | УК-3 | УК-4 | УК-5 | ОПК-1                            | ОПК-2 | ПК-1                         | ПК-2 |
| <b>Блок 1</b> | Дисциплины  |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
| Б1            | Базовая часть   |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.Б.1 История и философия науки                                    | +                         | +    | +    | +    |      |                                  | +     |                              |      |
|               | Б1.Б.2 Иностранный язык   |                           |      | +    | +    |      |                                  |       |                              |      |
| Б1.В          | Вариативная часть   |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.В.ОД Обязательные дисциплины                                     |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.1 Педагогика высшей школы                                   |                           |      | +    | +    | +    |                                  | +     |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.2 Психология высшей школы                                   |                           |      | +    | +    | +    |                                  | +     |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.3 Правовая охрана результатов интеллектуальной деятельности | +                         |      | +    | +    | +    |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.4 Как надо работать над диссертацией                        | +                         |      | +    |      | +    | +                                | +     |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.5 Методы обработки сигналов и экспериментальных данных      | +                         |      | +    |      | +    | +                                |       |                              | +    |
|               | Б1.В.ОД.6 Интеллектуальное предпринимательство                      | +                         |      |      | +    | +    |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.В.ОД.7 Физика конденсированного состояния                        | +                         |      | +    |      | +    | +                                | +     | +                            | +    |
|               | Б1.В.ДВ Дисциплины по выбору  |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Б1.В.ДВ.1   |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Техника современного спектроскопического эксперимента               | +                         |      | +    |      | +    | +                                |       | +                            |      |
|               | Радиофизические методы исследования природных сред                  | +                         |      | +    |      | +    | +                                |       |                              |      |
|               | Б1.В.ДВ.2   |                           |      |      |      |      |                                  |       |                              |      |
|               | Проблемы современной физики   | +                         |      | +    |      | +    | +                                |       | +                            | +    |

|   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Современные проблемы астрофизики            |  | + |   | + |   | + | + |   | + | + | + |
| <b>Блок 2</b>                               | «Практика»   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б2  | Вариативная часть  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б2.1 Педагогическая практика (стационарная) |  |   | + |   |   | + |   |   | + |   | + |
| Б2.2 Исследовательская (стационарная)       |  |   |   | + |   |   | + |   | + |   |   |
| <b>Блок 3</b>                               | «Научные исследования»   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б3  | Вариативная часть  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б3.1  | Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук | + |   | + | + | + | + | + | + | + |   |
| <b>Блок 4</b>                               | «Государственная итоговая аттестация»  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б4  | Базовая часть  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Б4.Г  | Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена   | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Б4.Д  | Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)                         | + |   |   | + | + | + |   | + | + | + |

#### ***4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ОПОП***

В соответствии со статьей 2 ФЗ №273 от 29.12.2012 г. образовательная программа - это комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и в случаях, предусмотренных Федеральным законом, форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов,

дисциплин (модулей), практик иных компонентов, а также оценочных и методических материалов;

#### **4.1. Календарный учебный график**

*См. Приложение 1*

#### **4.2. Учебный план подготовки**

Учебный план составлен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки.

*См. Приложение 1*

#### **4.3. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей)**

*См. Приложение 2*

#### **4.4. Программы практик и научно-исследовательской работы**

Практика является обязательным разделом основной образовательной программы.

Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются образовательной организацией по каждому виду практики.

*См. Приложение 3*

##### **4.4.1. Программы практик**

*См. Приложение 3*

##### **4.4.2. Программа научных исследований**

*См. Приложение 3*

### **5. Фактическое ресурсное обеспечение ОПОП**

ОПОП обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (модулей) представлено в сети Интернет и локальной сети КФУ.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (договор №0.1.1.59-08/352/15 от 8 сентября 2015 года). Учебно-методическое обеспечение данной ЭБС предоставлялось для программ дисциплин, преподаваемых в 2015-2016 учебном году.

Электронная библиотечная система Издательства "Лань" (№0.1.1.59-08/353/15 от 8 сентября 2015 года). Библиотечный фонд КФУ укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов, изданными за последние 5 лет, из расчета не менее 25 экземпляров таких изданий на каждые 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы помимо учебной включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания. Электронно-библиотечная система КФУ обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

ОПОП по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (профиль 01.04.07 – физика конденсированного состояния) располагает достаточной материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Перечень материально-технического обеспечения для реализации программы включает в себя: лаборатории и специально оборудованные кабинеты и аудитории для проведения занятий по дисциплинам базовой части, а также специализированные лаборатории по дисциплинам (модулям) вариативной части:

Институт физики располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторно-практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работы аспирантов, предусмотренных образовательной программой, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным нормам.

В ходе реализации образовательной программы используются:

- общеуниверситетские аудитории для проведения лекционных, семинарских, практических занятий, оснащенные мультимедийной техникой (проектор или телевизор, персональный компьютер, экран или интерактивная доска);

- специализированные лаборатории, кабинеты, аудитории;

Для обеспечения учебного процесса оборудован и функционирует компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами на базе процессора Core, объединенными во внутривузовскую единую локальную сеть с выходом в Интернет и установленным необходимым и специальным программным обеспечением. Институт физики является подписчиком Microsoft DreamSpark.

В учебном процессе используются:

- операционные системы: Windows XP/7;
- стандартные пакеты прикладных программ офисного назначения (Microsoft Office и пр.), в том числе:

- информационные системы подготовки текстов (Microsoft Word);

- системы электронных таблиц (Microsoft Excel);

- системы управления базами данных (Microsoft Access, Dbase);

- системы подготовки презентаций (Microsoft PowerPoint)

- программирования Microsoft Visual Studio.

Преподаватели, осуществляющие подготовку по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» (профиль 01.04.07 «Физика конденсированного состояния») в процессе осуществления своей профессиональной деятельности часто и эффективно используют возможности мультимедийного оборудования: демонстрируют фильмы, сопровождают выступления презентациями.

По профилю подготовки кадров высшей квалификации 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» предусмотрено 196 зачетных единиц на выполнение научно-исследовательской работы аспиранта. Аспиранты работают над своими НИР на оборудовании в лабораториях профильных кафедр. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

НИИ «Синтеза и анализа тонкопленочных систем», к.028 здания Института физики. Напыление ультратонких пленок магнитных и немагнитных металлов, полупроводников, диэлектриков и функциональных гетероструктур на их основе на высоковакуумной установке немецких фирм СПЕКС и БЕСТЕК. Установка оснащена средствами контроля получаемых тонкопленочных структур – дифракцией высокоэнергетических электронов, спектроскопией рентгеновских фотоэлектронов, оже-спектроскопией, масс-спектроскопией вторичных ионов. Также лаборатория оснащена средствами пробоподготовки – алмазной дисковой пилой с цифровым управлением, аппаратурой ультразвуковой микросварки, ультразвуковой ванной для очистки подложек и боксом для хранения образцов в атмосфере инертного газа.

НИИ "Резонансная и интерференционная гамма-спектроскопия перспективных материалов", двор университета, здание ЛЯФ, к. 9. Основные направления деятельности лаборатории: электронная структура и магнитные свойства перспективных материалов (высокотемпературные сверхпроводники, природные сульфиды и их синтетические аналоги и др.), физические свойства тонких пленок и слоистых материалов, разработка и применение радиочастотных методик Мессбауэровской спектроскопии. В лаборатории



имеются многофункциональные Мессбауэровские спектрометры фирмы Wissenschaftliche Electronic GmbH (Wissel, Германия) и Института Аналитического Приборостроения РАН (Россия, С.-Петербург), позволяющие проводить исследования в стандартной геометрии поглощения, рассеяния, скользящего падения гамма лучей, в сильных магнитных полях. Кроме того, приобретенные по Программе развития КФУ криостаты фирм Ice Oxford Ltd (Великобритания) и RTI Ltd (Россия, Черногоровка) позволяют проводить мессбауэровские измерения в широком диапазоне температур 1.8-300 К.

УНЛ «Физики магнитных материалов и полупроводников» (ком. 803, 804 здания Института физики):

1. Измеритель иммитанса E7-20
2. Спектрофотометр СФ-2000
3. Мессбауэровский спектрометр MS1104EM Лаборатория ядерной физики (ком. 3)
4. Дифрактометр Bruker D8 ADVANCE (к.001 здания Института физики)
5. Индукционный магнитометр (Лаборатория радиационной физики КФТИ им. Завойского (ком. 116))

НИЛ «Физика магнитных наноструктур и спинтроника» (к. 802 здания Института физики). Оснащена современным компьютерным парком с лицензионным матобеспечением для моделирования физических явления и процессов.

НИЛ Градиентной ЯМР спектроскопии, к. №207 здания Института физики, оснащена следующим научным оборудованием:

1) Спектрометр ЯМР фирмы Bruker AVANCE III-TM, оптимизированный для исследований твердого тела, самодиффузии и томографии. Он позволяет исследовать процессы самодиффузии молекул методом ЯМР с самым мощным для современных коммерческих приборов импульсным градиентом магнитного поля, измерять спектры ЯМР, времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации на ядрах  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{D}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{31}\text{P}$ . Наличие функции магнитно-резонансной микротомографии позволяет использовать прибор в задачах материаловедения, исследования систем доставки лекарственных средств, а также в изучении организмов мелких животных *in vivo*.

2) Вытяжной шкаф для пробоподготовки.

3) Электронные аналитические весы Ohaus Discovery в целых пробоподготовки.

Лаборатория ЯМР спектроскопии высокого разрешения находится в здании Института физики: кк.103, 104 и 106. ЯМР оборудование лаборатории:

К. 103, 104: ЯМР спектрометр “AVANCE III-TM-700” – со сверхпроводящим магнитом и криодатчиком, работающий в импульсном режиме с преобразованием Фурье и позволяющий производить съемку спектров ЯМР в растворах органических веществ на ядрах  $^1\text{H}$  (700.0 МГц),  $^{13}\text{C}$  (175.28 МГц),  $^{15}\text{N}$  и  $^{31}\text{P}$ . Может быть использован при проведении современных двумерных ЯМР экспериментов (COSY, HSQC, HMQC, NOESY, ROESY - модификации).

К. 106: ЯМР спектрометр “AVANCE III-TM-500” – со сверхпроводящим магнитом, работающий в импульсном режиме с преобразованием Фурье, позволяет производить съемку спектров ЯМР в растворах, гелеобразных и твердых порошкообразных органических веществах на ядрах  $^1\text{H}$  (500.0 МГц),  $^{13}\text{C}$  (125.2 МГц),  $^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{29}\text{P}$ . Может быть использован при проведении современных двумерных ЯМР экспериментов (COSY, HSQC, HMQC, NOESY, ROESY - модификации).

Лаборатория радиоспектроскопии наноматериалов (комнаты №166 гл. зд.КФУ). Комната №166 общей площадью 59 м<sup>2</sup> расположена на первом этаже главного корпуса КФУ. Функционально комната разделена на две части. В большей части находится спектрометр ЭПР/ДЭЯР ELEXSYS-680 W диапазона, с возможностью работы в импульсном и стационарном режимах, набор лазеров подсветки, столы для подготовки образцов, весы, микроскопы. Кроме того, в этой комнате расположен спектрометр ЭПР X-

диапазона ESP-300 предназначенный для рутинных измерений в диапазоне температур 4-1100 К, на котором аспиранты могут самостоятельно проводить исследования.

Комната 32 криогенного корпуса: Лазер Nd:YAG с генераторами гармоник, спектрометры лабораторного изготовления на основе МДР-23 и ДФС-452, стенд для исследования лазерных характеристик. Рабочее место аспирантов: Ахтямова, Гориевой, Морозова.

Комната 31 криогенного корпуса: Лазеры на лазерных диодах лабораторного изготовления, спектрометры SellarNet. Рабочее место аспиранта: Морозова.

Комната 28 криогенного корпуса: Вытяжной химический шкаф с набором хим.посуды и реактивами, центрифуга, микроволновая печь, холодильники, аналитические весы. Рабочее место аспиранта: Пудовкина.

Комната 16 криогенного корпуса: Установки по выращиванию кристаллов различными методами. Рабочее место аспирантов: Ловчева, Морозова.

Комната 168 криогенного корпуса: Лазеры YAG:Nd с генераторами гармоник, оптический параметрический генератор, лазер на Ti:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, полупроводниковые лазеры, стенд для проведения лазерно-спектроскопических экспериментов, СВЧ установка по исследования фотодиэлектрических свойств материалов; ЭПР спектрометр Томсон, оптические спектрометры лабораторного изготовления.

Комната № 249 (гл. здание). Импульсный ЯМР спектрометр. Основные характеристики установки: диапазон изменения магнитного поля - до 7,5 кЭ, диапазон частот 3-1000 МГц, время парализации приемного тракта ЯМР спектрометра - 15 мкс, диапазон температур 1,5- 450 К. В качестве аналого-цифрового преобразователя используется АЦП BORDO-221 (разрядность 10 бит, входное напряжение 0-8 В, полоса частот 0-150 МГц, частота выборки 100 МВ/с, разрешение по времени 500 мкс), Auris Inc., с временным разрешением вплоть до 10 нс. Для синхронизации цифровой части спектрометра и генерации импульсных последовательностей используется генератор импульсов Pulse Blaster BP16-32k (количество каналов 16, продолжительность импульса 50 нс- 2 лет, время между импульсами 10 нс), SpinCore Technologies Inc. Управление цифровой частью спектрометра осуществляется с помощью программного обеспечения LabVIEW. Для радиочастотной накачки используется генератор сигналов Rohde&Schwarz SML 01 (диапазон частот 9 кГц - 1,1 ГГц). Для увеличения мощности накачки используются усилители мощности Rohde&Schwarz BBA100 (9 кГц - 250 МГц, мощность 500 Вт; 250 МГц - 1 ГГц, мощность 125 Вт). Для детектирования высокочастотного сигнала используется цифровой осциллограф Rohde&Schwarz RTO1012 (частота дискретизации 10 GSa/s, полоса пропускания 1ГГц).

Лаборатория рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа (цокольный этаж, 002 ком., здание Института физики). Данная лаборатория оснащена дифрактометром модульной конструкции (порошковый рентгеновский) с системой для проведения рентгенодифракционных измерений в широком диапазоне температур Bruker D8 ADVANCE и комплектом дополнительного оборудования для определения фазового состава неоднородных образцов. Основные направления исследований:

1. Рентгенофазовый анализ.
2. Определение элементного состава вещества.
3. Исследование преимущественной ориентации (текстуры).
4. Определение макро- и микронапряжений.
5. Изучение тонких пленок (определение толщины, элементного и фазового состава, взаимной ориентации подложки - пленки и пр.).
6. Температурная зависимость различных параметров кристаллов, тонких пленок и рентгеноаморфных веществ.
7. Определение размеров кристаллитов, влияние технологических условий на размеры частиц.
8. Оценка степени кристалличности материалов.

#### 9. Разработка новых методов анализа дифрактограмм.

Лаборатория физики сильнокоррелированных электронных систем (цокольный этаж, 027 ком., здание Института физики Институт физики)

Данная лаборатория оснащена многофункциональной системой измерения физических свойств PPMS-9 и установкой для роста монокристаллов методом зонной плавки с оптическим нагревом FZ-T-4000-N-VI-VPO-PC. Лаборатория специализируется на росте монокристаллов практически любых неорганических соединений, включая металлические, полупроводниковые и диэлектрические соединения, магнитные и оптические материалы, кристаллы оксидных высокотемпературных сверхпроводников и измерении различных физических свойств таких соединений.

Лаборатория компьютерного дизайна новых материалов (третий этаж, 304 ком., здание Института физики). Данная лаборатория оснащена пятью высокопроизводительными рабочими станциями фирмы DELL. Основу работы лаборатории составляет программный пакет MedeA® с соответствующими модулями VASP, LAMMPS, GIBBS, Phonons, PrediBond и другими, в который интегрированы самые современные методы проведения расчетов из первых принципов.

ОПОП предусматривает применение инновационных технологий обучения, развивающих навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (чтение интерактивных лекций, проведение групповых дискуссий и проектов, анализ деловых ситуаций на основе кейс-метода и имитационных моделей, проведение ролевых игр, тренингов и других технологий), преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ вуза, учитывающих региональную и профессиональную специфику при условии реализации содержания образования и формировании компетенций выпускника, определяемых ФГОС ВО.

ОПОП обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

#### **Кадровое обеспечение реализации ОПОП ВО**

Реализация основной образовательной программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, ученую степень и опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

Кадровое обеспечение учебного процесса соответствует требованиям ФГОС ВО 03.06.01 «Физика и астрономия». Научную и педагогическую деятельность по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (профиль 01.04.07 «Физика конденсированного состояния») в университете ведут 38 преподавателей, 95% которых имеют ученые степени и ученые звания, из них 12 кандидатов наук, 24 доктора наук. На выпускающей кафедре научную и педагогическую деятельность ведут 2 преподавателя, 100% которых имеют ученые степени и ученые звания, из них 1 кандидат наук, 1 доктор наук.

Научные руководители аспирантов:

Таюрский Дмитрий Альбертович, зав.каф. общей физики, д.ф.-м.н., профессор

Никитин Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доцент

Клочков Владимир Васильевич, д.х.н., профессор

Воронина Елена Валентиновна, д.-ф.м.н., доцент

Филиппов Андрей Васильевич, д.ф.-м.н., профессор

Клочков Александр Владимирович, к.ф.-м.н., доцент

Ильясов Камиль Ахатович, д.-ф.м.н., доцент

Захаров Юрий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент

Семашко Вадим Владимирович, д.ф.-м.н., профессор

Скирда Владимир Дмитриевич, зав.каф. физики молекулярных систем, д.ф.-м.н., профессор

#### ***6. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ОПОП***

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) от 25.08.2014, № 33836 и приказами Министерства образования и науки РФ от 19 декабря 2013 г. № 1367, №1259, №1258 оценка качества освоения обучающимися основных образовательных программ включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

Положение об основной образовательной программе высшего образования действует на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО)

##### ***6.1. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации***

Оценка качества освоения программ включает в себя текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую государственную аттестацию выпускников.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей программе (текущая и промежуточная аттестация) профессорско-преподавательским составом разработаны фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонды оценочных средств разрабатываются и утверждаются образовательной организацией.

Фонды оценочных средств являются полными и адекватными отображениями требований ФГОС ВО по данному направлению подготовки, и соответствуют целям и задачам программы и её учебному плану. Они призваны обеспечивать оценку качества универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником.

При разработке оценочных средств для контроля качества изучения модулей, дисциплин, практик учтены все виды связей между знаниями, умениями, навыками, позволяющие установить качество сформированных у обучающихся компетенций по видам деятельности и степень общей готовности выпускников к профессиональной деятельности.

При проектировании оценочных средств предусмотрена оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовности вести поиск решения новых задач, в том числе при недостатке конкретных специальных знаний и отсутствии общепринятых алгоритмов профессионального поведения.

Фонды оценочных средств приложены к каждой программе.

##### ***6.2. Государственная итоговая аттестация выпускников ОПОП аспирантуры***

Итоговая аттестация выпускника аспирантуры является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

***Программа государственной итоговой аттестации (Приложение 4).***

#### ***7. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся***

Положение о порядке организации обучения по индивидуальному учебному плану в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего

образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" №0.1.1.67-06/209/15 от 28 октября 2015 года, утвержденное ректором КФУ И.Р. Гафуровым.

Положение об организации текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" №0.1.1.67-06/265/15 от 24 декабря 2015 года, утвержденное ректором КФУ И.Р. Гафуровым.

Положение об основной профессиональной образовательной программе высшего образования на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» №0.1.1.67-06/228/15 от 17 ноября 2015 года, утвержденное ректором КФУ И.Р. Гафуровым.

#### Приложения

1. Календарный учебный график и учебный план подготовки (в формате программы GosInsp)
2. Рабочие программы учебных дисциплин
3. Программы практик
4. Государственная итоговая аттестация выпускников ОПОП
5. Фонд оценочных средств