

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной деятельности КФУ  
проф. Д.К. Нургалиев

" 29 " 2015 г.



**Б3.1 Программа реализации блока «Научно-исследовательская работа»**

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки: 01.04.07 Физика конденсированного состо-  
яния

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Казань

2015

## **1. Цели научно-исследовательской деятельности.**

Целью научно-исследовательской деятельности аспиранта является формирование исследовательских умений и навыков для осуществления научных исследований, получения, применения новых научных знаний для решения актуальных хозяйственных и управленческих проблем современного общества.

## **2. Задачи.**

Основными задачами научно-исследовательской деятельности аспиранта как ведущего звена в подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) являются:

- формирование и развитие навыков проведения научного исследования, умения самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи;
- формирование творческого мышления на основе базовой образовательной подготовки и сформированного высокого уровня владения научно-исследовательскими знаниями, умениями и навыками;
- осуществление деятельности, направленной на решение научных задач под руководством научного руководителя, развитие творческих способностей и профессиональных качеств личности аспиранта.
- освоение современных экспериментальных методов научного исследования в соответствии с направленностью обучения;
- сбор фактического материала для научно-квалификационной работы (диссертации);
- освоение современных методов обработки, верификации и представления научных данных;
- приобретение навыков обобщения собранных результатов, построения и проверки научных гипотез;
- апробация собственных научных результатов перед научным сообществом;
- развитие способности обобщать и использовать результаты научных исследований для решения практических задач хозяйственной деятельности;
- подготовка научных материалов для научно-квалификационной работы.

## **3. Структура НИР аспиранта**

3.1. Научные исследования аспирантов относятся к вариативной части Блок 3 ОПОП. Общий объем научных исследований - 196 зачетных единиц за все года обучения.

3.2. Распределение по годам обучения и семестрам:

1 год 1 семестр – 14 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании профильной кафедры при обязательном выполнении этапов п. 1-2 научно- исследовательской деятельности аспиранта (подробно см. таблица 1);

1 год 2 семестр - 31 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры п. 3-6 (подробно см. таблица 1);

2 год 3 семестр - 27 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры при обязательном выполнении этапа п.1-2 научно-исследовательской деятельности аспиранта (подробно см. таблица 2);

2 год 4 семестр - 18 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры п. 3-4 (подробно см. таблица 2);

3 год 5 семестр - 22 з.е.. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры аспиранта при обязательном выполнении этапа п.1 -2 научно-исследовательской деятельности аспиранта (подробно см. таблица 3);

3 год 6 семестр - 39 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры п. 3-4 (подробно см. таблица 3);

4 год 7 семестр - 29 з.е.. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры аспиранта при обязательном выполнении этапа п.1 -3 научно-исследовательской деятельности аспиранта (подробно см. таблица 4);

4 год 8 семестр - 22 з.е. Промежуточная аттестация выставляется по итогам защиты индивидуальных научных достижений (аттестации) на заседании кафедры п. 4-6 (подробно см. таблица 4).

#### **4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате выполнения научно-исследовательской работы в соответствии с ФГОС ВО программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

##### **Универсальные:**

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

УК-4 - готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках

УК-5 - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

#### **Общепрофессиональные:**

ОПК-1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ОПК-2 - готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

#### **Профессиональные:**

ПК-1 - способность 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-2 - способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния

### **5. Требования к научно-исследовательской работе аспиранта**

Выпускник аспирантуры по направлению подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия (профиль подготовки: 01.04.07 Физика конденсированного состояния) должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности.

В соответствии с этим научно-исследовательская работа аспиранта должна:

- соответствовать основной проблематике научной специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния, по которой будет защищаться кандидатская диссертация;
- обладать актуальностью, научной новизной, практической значимостью;
- использовать современные экспериментальные, теоретические, методические и технологические достижения отечественной и зарубежной науки и практики;
- использовать в научных исследованиях современные методы физики конденсированного состояния, включая компьютерные технологии;
- использовать современные методы обработки и интерпретации исходных данных, полученных результатов, при необходимости с применением компьютерных технологий;
- содержать экспериментальные и теоретические (методические, практические) разделы, согласованные с научными положениями, которые будут защищаться в кандидатской диссертации.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам НИР и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

**6.1. Оценочные средства**

Используемые оценочные средства/ критерии и показатели для определения сформированности компетенций научно-исследовательской деятельности аспирантов

**Таблица 1. Оценочные средства, критерии оценивания и показателя (для аспирантов 1 года обучения)**

№ п/п	Оценочные средства	Критерии оценивания результатов обучения	Показатели оценивания результатов обучения		
			0	1	2
1	План научно-квалификационной работы	Логичность	План не логичен	План составлен в целом логично, но присутствуют отдельные недочеты	Логика исследования соблюдена в плане работы
		Соответствует теме исследования	План не соответствует теме исследования	Имеются отдельные недочеты	План полностью соответствует теме исследования

		Соответствие цели и задачам исследования	План не соответствует целям и задачам исследования	План в целом соответствует целям и задачам исследования, но имеются отдельные недочеты	План полностью соответствует целям и задачам исследования
2	Составление библиографии	Полнота и разнообразие представленных источников	В библиографии отсутствуют значимые для изучения данной проблемы источники	В целом, библиография полна и разнообразна с точки зрения представленных источников, но присутствуют отдельные замечания	Библиография полна и разнообразна с точки зрения представленных источников
		Правила технического оформления  ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание документов»	Библиография составлена без учета требований ГОСТ	В целом, библиография составлена в соответствии с требованиями ГОСТ, но с отдельными недостатками	Составлена в соответствии с требованиями ГОСТ
3	Научный обзор по теме исследования	Системность	Научный обзор не содержит системного анализа имеющихся научных достижений по теме	В целом, представлен комплексный анализ научных достижений по теме, но имеют отдельные замечания, недоработки	Проведен системный анализ научных достижений по теме исследования
		Критический анализ научных достижений по теме работы	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений

				научных достижений	
		Стилистика научного обзора	Грубо нарушены правила стилистического написания научных текстов	Имеются отдельные замечания к стилистике текста	Научный обзор написан в соответствии с правилами стилистики, предъявляемыми к написанию научных работ
4	Доклад на научном семинаре или конференции по теме исследования	Содержание доклада	Доклад выполнен на низком экспериментальном уровне	Имеются отдельные замечания к содержанию доклада	Доклад является содержательным, полным, выполнен на высоком экспериментальном уровне
		Техническое оформление доклада (мультимедийная презентация)	Презентация технически подготовлена не правильно, не позволяет донести основное содержание доклада/или отсутствует	В целом, технически презентация оформлена правильно, позволяет донести содержание доклада, имеются отдельные замечания	Презентация оформлена на высоком техническом уровне, позволяет донести содержание доклада
		Коммуникативная компетентность докладчика	Аспирант демонстрирует отсутствие навыка публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует хорошие коммуникативные навыки и умения публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует высокий уровень коммуникативных навыков и умений публичной презентации результатов научных исследований
5	Подготовка статьи по итогам доклада на научном семинаре/конференции (см.п 4)	Соответствие содержания статьи теме выпускной научно-квалификационной работы	Содержание статьи не соответствует теме выпускной научно-квалификационной работы	В целом, содержание статьи соответствует теме исследования, но имеются	Содержание статьи соответствует теме выпускной научно-

				отдельные замечания	квалификационной работы
		Научная новизна статьи	В статье не представлен авторский вклад аспиранта в решение научной проблемы	В целом статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта раскрыт, но есть отдельные замечания	Статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта в решение научной проблемы четко прослеживается
		Соблюдение правил оформления и авторского права	В статье присутствуют грубые нарушения правил оформления и/или некорректные заимствования	В целом статья оформлена в соответствии с правилами, но присутствуют отдельные замечания к оформлению: некорректные заимствования отсутствуют	Статья оформлена в полном соответствии с правилами, замечаний к оформлению нет: некорректные заимствования отсутствуют
6	Сбор и обработка научной, статистической, вторичной информации по теме диссертационной работы (оформляется в виде обзора)	Актуальность собранной информации	Собранная информация не является актуальной	Собранная информация в целом актуально, но имеются отдельные недостатки	Собранная информация является актуальной
		Достоверность собранных данных	Собранные вторичные данные обладают признаками недостоверности	В целом вторичные данные достоверны, признаки недостоверности имеются у отдельных типов данных	Собранные данные достоверны
		Релевантность собранной информации (соответствие теме)	Собранная информация нерелевантна задачам исследования	Отдельная собранная информация не соответствует	Собранная информация полностью релевантна



		и задачам исследования)		задачам исследования	
		Умение правильно выбрать метод обработки собранной научной, статистической, вторичной информации по теме работы	Не умеет правильно выбрать метод обработки собранной научной, статистической, вторичной информации по теме работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбора метода обработки информации по теме работы	Умеет правильно выбрать метод обработки собранной научной, статистической, вторичной информации по теме работы

**Таблица 2. Оценочные средства, критерии оценивания и показателя  
(для аспирантов 2 года обучения)**

№ п/п	Оценочные средства	Критерии оценивания результатов обучения	Показатели оценивания результатов обучения		
			0	1	2
1	Подготовка экспериментально - методологической главы кандидатской диссертации	Уровень методологической проработки проблемы	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач
		Сформированность навыка критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	Фрагментарное применение навыка критического анализа существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	Сформирован навык критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния

					по теме исследования
2	Доклад на всероссийской или международной конференции по теме исследования	Содержание доклада	Доклад выполнен на низком экспериментальном уровне	Имеются отдельные замечания к содержанию доклада	Доклад является содержательным, полным, выполнен на высоком экспериментальном уровне
		Техническое оформление доклада (мультимедийная презентация)	Презентация технически подготовлена не правильно, не позволяет донести основное содержание доклада/или отсутствует	В целом, технически презентация оформлена правильно, позволяет донести содержание доклада, имеются отдельные замечания	Презентация оформлена на высоком техническом уровне, позволяет донести содержание доклада
		Коммуникативная компетентность докладчика	Аспирант демонстрирует отсутствие навыка публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует хорошие коммуникативные навыки и умения публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует высокий уровень коммуникативных навыков и умений публичной презентации и результатов научных исследований
3	Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ	Умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Аспирант демонстрирует частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Аспирант демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном	Аспирант демонстрирует успешное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и

				и иностранном языке	иностранно м языках
		Соответствие содержания статьи теме научно-квалификационной работы	Содержание статьи не соответствует теме научно-квалификационной работы	В целом, содержание статьи соответствует теме исследования, но имеются отдельные замечания	Содержание статьи соответствует теме научно-квалификационной работы
		Научная новизна статьи	В статье не представлен авторский вклад аспиранта в решение научной проблемы	В целом статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта раскрыт, но есть отдельные замечания	Статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта в решение научной проблемы четко прослеживается
		Соблюдение правил оформления и авторского права	В статье присутствуют грубые нарушения правил оформления и/или некорректные заимствования	В целом статья оформлена в соответствии с правилами, но присутствуют отдельные замечания к оформлению; некорректные заимствования отсутствуют	Статья оформлена в полном соответствии с правилами, замечаний к оформлению нет; некорректные заимствования отсутствуют
4	Рецензирование выпускных квалификационных работ бакалавров	Навык критического анализа научного текста	Отсутствует навык критического анализа	Частично освоенное умение критического анализа научного текста	Навык критического анализа научного текста сформирован
		Уметь оценить стилистические особенности представления	Не умеет оценить стилистические особенности представления	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое

		результатов научной деятельности	результатов научной деятельности	пробелы умение оценить стилистические особенности представления результатов научной деятельности	умение оценить стилистические особенности и представления результатов научной деятельности
		Соблюдение правил оформления	Отсутствие знаний о правилах оформления рецензии	Имеются отдельные замечания к оформлению, оформлено с небольшими недостатками	Оформлено в соответствии с правилами оформления рецензий

**Таблица 3. Оценочные средства, критерии оценивания и показатели (для аспирантов 3 года обучения)**

№ п/п	Оценочные средства	Критерии оценивания результатов обучения	Показатели оценивания результатов обучения		
			0	1	2
1	Разработка современных методов исследования и инструментария исследования	Владение навыком применения современных методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	Слабо развитые навыки применения современных методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	Стабильно проявляемые навыки применения современных методов в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	Стабильно проявляемые навыки успешного применения современных методов в самостоятельной научно-исследовательской деятельности
		Владение навыком разработки инструментария исследования	Слабо развитые навыки разработки инструментария исследования	Стабильно проявляемые навыки разработки инструментария исследования	Стабильно проявляемые навыки успешной разработки

					инструментария исследования
2	Завершение экспериментально-методологической главы кандидатской диссертации	Уровень методологической проработки проблемы	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских задач
		Сформированность навыка критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	Фрагментарное применение навыка критического анализа существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования	Сформирован навык критического анализа и оценки существующих концепций физики конденсированного состояния по теме исследования
3	Доклад на всероссийской или международной конференции по теме исследования	Содержание доклада	Доклад выполнен на низком экспериментальном уровне	Имеются отдельные замечания к содержанию доклада	Доклад является содержательным, полным, выполнен на высоком экспериментальном уровне
		Техническое оформление	Презентация технически	В целом, технически	Презентация

		доклада (мультимедийная презентация)	подготовлена неправильно, не позволяет донести основное содержание доклада/или отсутствует	презентация оформлена правильно, позволяет донести содержание доклада, имеются отдельные замечания	оформлен а на высоком техническом уровне, позволяет донести содержание доклада
		Коммуникативная компетентность докладчика	Аспирант демонстрирует отсутствие навыка публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует хорошие коммуникативные навыки и умения публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует высокий уровень коммуникативных навыков и умений публичной презентации результатов в научных исследованиях
4	Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ	Научная новизна статьи	В статье не представлен авторский вклад аспиранта в решение научной проблемы	В целом статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта раскрыт, но есть отдельные замечания	Статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта в решение научной проблемы четко прослеживается
		Умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках. Соответствие содержания статьи теме выпускной научно-	Аспирант демонстрирует частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.	Аспирант демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном	Аспирант демонстрирует успешное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на

		квалификационно й работы	Содержание статьи не соответствует теме выпускной научно- квалификационно й работы	и иностранном языках. В целом, содержание статьи соответствует теме исследования, но имеются отдельные замечания	государств енном и иностранн ом языках содержани е статьи соответств ует теме выпускно й научно- квалифика ционной работы
		Соблюдение правил оформления и авторского права	В статье присутствуют грубые нарушения правил оформления и/или некорректные заимствования	В целом статья оформлена в соответствии с правилами, но присутствуют отдельные замечания к оформлению; некорректные заимствования отсутствуют	Статья оформлен а в полном соответств ии с правилами , замечаний к оформлен ию нет; некоррект ные заимствов ания отсутству ют

**Таблица 4. Оценочные средства, критерии оценивания и показателя  
(для аспирантов 4 года обучения)**

№ п/п	Оценочные средства	Критерии оценивания результатов обучения	Показатели оценивания результатов обучения		
			0	1	2
1	Работа по выполнению эксперименталь- ной части исследования	Соответствие программе исследования	Эксперименталь- ная часть исследования выполнена не в соответствии со сформированным планом исследования	Эксперименталь- ная часть исследования выполнена в соответствии со сформированным планом исследования, но с отдельными замечаниями	Эксперимен- тальная часть исследовани я выполнена в полном соответстви и со сформирова нным планом исследовани я

		Уровень оформления результатов исследования	Низкий уровень оформления результатов исследования, отсутствие навыков систематизации и представления фактической информации	Хороший уровень оформления результатов исследования, навык систематизации и представления	Высокий уровень оформления результатов исследования, навык систематизации и представления фактической информации полностью
2	Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ	Соответствие содержания статьи теме научно-квалификационной работы	Содержание статьи не соответствует теме научно-квалификационной работы	В целом, содержание статьи соответствует теме исследования, но имеются отдельные замечания	Содержание статьи соответствует теме научно-квалификационной работы
		Научная новизна статьи	В статье не представлен авторский вклад аспиранта в решение научной проблемы	В целом статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта раскрыт, но есть отдельные замечания	Статья обладает новизной выводов, предложений, личный вклад аспиранта в решение научной проблемы четко прослеживается
		Соблюдение правил оформления и авторского права	В статье присутствуют грубые нарушения правил оформления и/или некорректные заимствования	В целом статья оформлена в соответствии с правилами, но присутствуют отдельные замечания к оформлению	Статья оформлена в полном соответствии с правилами, замечаний к оформлению нет; некорректные заимствования отсутствуют
3	Доклад на всероссийской или международной	Содержание доклада	Доклад выполнен на низком	Имеются отдельные замечания к	Доклад является содержатель



	конференции по теме исследования		экспериментальном уровне	содержанию доклада	ным, полным, выполнен на высоком экспериментальном уровне
		Техническое оформление доклада (мультимедийная презентация)	Презентация технически подготовлена не правильно, не позволяет донести основное содержание доклада/или отсутствует	В целом технически презентация оформлена правильно, позволяет донести содержание доклада, имеются отдельные замечания	Презентация оформлена на высоком техническом уровне, позволяет донести содержание доклада
		Коммуникативная компетентность докладчика	Аспирант демонстрирует отсутствие навыка публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует хорошие коммуникативные навыки и умения публичной презентации результатов научных исследований	Аспирант демонстрирует высокий уровень коммуникативных навыков и умений публичной презентации результатов научных исследований
		Умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Аспирант демонстрирует частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Аспирант демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам	Аспирант демонстрирует успешное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках
4	Работа по подготовке рукописи диссертации	Оформление рукописи в соответствии с ГОСТ	Рукопись оформлена некорректно	В целом рукопись оформлена правильно, но содержит отдельные замечания	Рукопись оформлена в соответствии с требованиями и

5	Подготовка автореферата	Полнота изложения выводов исследования	В автореферате выводы исследования не представлены	В автореферате выводы исследования представлены	В автореферате выводы исследования представлены
		Соответствие требованиям к структуре и правилам оформления автореферата	Автореферат оформлен с грубыми нарушениями требований к структуре и правилам оформления автореферата	В целом, автореферат оформлен правильно, но имеются отдельные недочеты при оформлении и соблюдении структуры автореферата	Автореферат оформлен в полном соответствии с требованиями к структуре и правилам оформления автореферата
6	Подготовка научного доклада	Содержание научного доклада	Отсутствуют оригинальные результаты по теме исследования	Содержание научного доклада не полностью соответствует теме исследования	Содержание научного доклада полностью раскрывает тему исследования

Для получения резолюции «удовлетворительно» по отчетам в каждом из семестров по научно-исследовательской работе обучающемуся необходимо набрать баллы, удовлетворяющие таблице:

Семестр	Минимальный балл для аттестации	Семестр	Минимальный балл для аттестации
1	4	5	4
2	7	6	6
3	2	7	8
4	7	8	4

При наборе меньшего числа баллов, ставится резолюция «неудовлетворительно» и обучающийся не проходит аттестацию по научно-исследовательской работе.

#### 6.2. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство

УК-1	<p>способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Умение проводить системный анализ научных достижений по теме исследования. Систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений.</p>	<p>Составление библиографии. Сбор и обработка научной, статистической, вторичной информации по теме диссертационной работы. Научный обзор по теме исследования. Доклад на всероссийской или международной конференции по теме исследования. Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ</p>
УК-3	<p>готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Умение решать задачи физики конденсированного состояния и использовать эти навыки при решении новых задач.</p>	<p>Доклад на научном семинаре или конференции по теме исследования. Доклад на всероссийской или международной конференции по теме исследования. Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ</p>
УК-4	<p>готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p>Умение находить необходимую информацию с использованием Интернета на русском и английском языках. Умение вести научную переписку и видеообсуждения с российскими и зарубежными учеными с использованием современных программных продуктов</p>	<p>Сбор и обработка научной, статистической, вторичной информации по теме диссертационной работы с использованием Интернета. Проведение видеоконсультаций со специалистами по теме исследований с использованием Интернета.</p>
УК-5	<p>способность планировать и решать задачи собственного</p>	<p>Умение формулировать задачи, возникающие</p>	<p>Разработка современных методов исследования и</p>

	профессионального и личностного развития	при решении поставленной проблемы. Умение находить правильный и доступный инструментарий для решения задачи	инструментария исследования
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно- исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно- коммуникационных технологий	Владение навыком применения современных методов исследования в самостоятельной научно- исследовательской деятельности Знание ГОСТ по оформлению диссертаций Умение решать задачи и проблемы в своей деятельности, находить полезную информацию (современные обзоры, работы по данной тематике, решения аналогичных задач в других областях и т.д.) в сети Интернет.	Разработка современных методов исследования и инструментария исследования Подготовка экспериментально - методологической главы кандидатской диссертации Работа по выполнению экспериментальной части исследования Работа по подготовке рукописи диссертации
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	Владеть материалом предметов физики конденсированного состояния. Обладать широким кругозором в области физики конденсированного состояния. Уметь прочитать лекцию по актуальным вопросам физики конденсированного состояния.	Проведение семинарских и лабораторных занятий со студентами по предметам профиля физика конденсированного состояния. Чтение лекции по одному из предметов профиля физика конденсированного состояния.

ПК-1	способность 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	Умение самостоятельно ставить задачи конкретные задачи в своей области научных исследований Умение решать задачи физики физики конденсированного состояния с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Доклад на всероссийской или международной конференции по теме исследования Подготовка статьи для рецензируемого научного журнала из списка журналов, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ Работа по выполнению экспериментальной части исследования Подготовка автореферата Подготовка научного доклада
ПК-2	способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния	Владение навыком применения современных методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности Владение навыком разработки инструментария исследования	Разработка современных методов исследования и инструментария исследования в области физики конденсированного состояния

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

1. Основы физики конденсированного состояния : [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Интеллект, 2013 - 213 с.
2. Физика твердого тела / Епифанов Г.И. - СПб: Лань, 2011. - 288 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023) – 5 экз.
3. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>
4. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния. М.: Бинوم. Лаборатория знаний. 2011, 293 стр. ISBN: 978-5-9963-0290-1 <http://e.lanbook.com/view/book/4372/>
4. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.
5. Абрикосов А.А. Основы теории металлов М. Физматлит. - 2010. - 600 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2093/>

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд. Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/view/book/692/>
2. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. М. Физматлит. - 2005. - 232 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2156/>

3. Еремин, М.В. Микроскопические модели в конденсированных средах [Электронный ресурс] // Учебное пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. - 113с. [http://repository.kpfu.ru/?p\\_id=42364](http://repository.kpfu.ru/?p_id=42364)

4. Садовский, М.В. Диаграмматика / Издание 2, "ИКИ", Москва - Ижевск, 2010. - 282 с. <http://sadovski.iep.uran.ru/RUSSIAN/LTF/DATA/Diagrammatica.pdf>

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
2. База данных Scopus <http://www.scopus.com/>
3. База данных РИНЦ (elibrary) <http://elibrary.ru/>
4. Академия Google <https://scholar.google.ru/>
5. Поисковик электронных книг - <http://www.poiskknig.ru>
6. Сайт Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского - <http://kpfu.ru/library>
7. Электронная библиотека «Наука и техника» - <http://n-t.ru>
8. Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>
9. Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>
10. Архив препринтов - <http://arxiv.org/find/cond-mat>
11. МГУ им. Ломоносова - [shg.phys.msu.ru/educat/cond\\_mat/notes.html](http://shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html)
12. Электронный каталог научно-технической литературы ВИНТИ <http://catalog.viniti.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Выполнение научно-исследовательской работы аспирантами предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

компьютерная и орг. техника:

оборудование для проведения презентаций;

электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM";

электронная библиотечная система Издательства "Лань";

Рабочие комнаты, оснащенные компьютерами, для самостоятельной работы аспирантов (компьютеры, подключенные к сети Интернет, ноутбуки, сканеры, средства мультимедиа)

Рабочие комнаты, оснащенные компьютерами, для самостоятельной работы аспирантов 503 (суперкомпьютер МВС-100К, пиковая производительность 227 TFLOPS - через удаленный доступ по сети Интернет)

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, Черноголовка) 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. Мёссбауэровский 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, HNQC, 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, HNQC, 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-H-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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПрОПОП ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Автор: заведующий кафедрой физики твердого тела, д.ф.-м.н. (профессор) Тагиров Л.Р.

Рецензент: заведующий кафедрой общей физики, д. ф.-м.н. (профессор) Таюрский Д.А.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института протокол №11 «20» мая 2015 г.