МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО:  зам. директора института,  доктор физ.-мат. наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Коротин  «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г. | УТВЕРЖДАЮ:  Директор института,  академик РАН  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.В. Мушников  «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г. |

ПРОГРАММА БЛОКА

«НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Направленность (профиль) программы

**01.04.07 – Физика конденсированного состояния**

Квалификация выпускника

Исследователь. Преподаватель-Исследователь.

Форма обучения – очная

Нормативный срок освоения программы 4 года

Программа утверждена на заседании

Ученого совета ИФМ УрО РАН,

протокол № 9от 29.05.2019 г.

Екатеринбург 2019

# 1. Общая характеристика программы блока «Научные исследования»

Программа блока «Научные исследования» разработана с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», по направленности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», состоит из двух частей:

1. Непосредственная научно-исследовательская деятельность (НИД).

2. Подготовка научно-квалификационной работы (НКР) (диссертации).

Блок 3 «Научные исследования» в полном объеме относится к вариативной части программы аспирантуры.

**Цели реализации программы блока «Научные исследования»**

– выработка у аспиранта компетенций и навыков ведения самостоятельных научных исследований и развития способностей, связанных с решением сложных профессиональных задач в условиях инновационных процессов в области науки и высоких технологий;

– подготовка аспирантов к решению образовательных и профессиональных задач через практику овладения методологией и технологией научно-исследовательской деятельности как важнейшей компетенцией современного ученого.

**Задачи реализации программы блока «Научные исследования»**

* формирование творческого мышления в результате выполнения заданий научного руководителя по самостоятельной исследовательской деятельности;
* освоение современного экспериментального оборудования и экспериментальных методов исследований в области физики конденсированного состояния;
* освоение современных методов обработки, проверки и представления научных данных;
* приобретение навыков обобщения полученных результатов, построения и проверки

научных гипотез;

* апробация собственных научных результатов перед научным сообществом.
* формирование готовности к постоянному профессиональному самосовершенствованию, развитию инновационного мышления и творческого потенциала;
* формирование способностей создавать новое знание, соотносить это знание с картиной достижений отечественных и зарубежных исследователей, публиковать оригинальные результаты и патентовать новые идеи;
* формирование способности к сотрудничеству с коллегами в рамках осуществляемых научных проектов;
* развитие способности к кооперации в рамках междисциплинарных проектов, работе в смежных областях.

# 2. Перечень планируемых результатов блока «Научные исследования», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции аспиранта, формируемые в результате реализации блока «Научные исследования»:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Формируемая компетенция (с указанием кода) | Результаты обучения | |
| **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; | Знания | Знать: – современные научные достижения в избранной области исследований физики конденсированного состояния, методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. |
| Умения | Уметь: – анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные  выигрыши/проигрыши реализации этих  вариантов;  – при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи,  поддающиеся реализации, исходя из наличных и возможных ресурсов исследовательского коллектива |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть:  - навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении фундаментальных и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях;  – навыками критического анализа и оценки  современных научных достижений с формированием собственного взгляда на пути преодоления имеющихся проблем при решении фундаментальных и прикладных задач в области физики конденсированного состояния, в том числе в междисциплинарных областях. |
| **УК-2: с**пособность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | Знания | **Знать:** - методы научно-исследовательской деятельности,  - основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира. |
| Умения | **Уметь: -** использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений. |
| Владения (навыки /опыт деятельности) | **Владеть: -** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития,  - технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований. |
| **УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач; | Знания | **Знать:**  Принципы научной организации труда, иностранные языки для письменной и устной коммуникации в профессиональной сфере, особенности представления результатов  научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских  коллективах. |
| Умения | **Уметь:**  – следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть:** – навыками анализа основных  мировоззренческих и методологических  проблем, в.т.ч. междисциплинарного  характера, возникающих при работе по  решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах;  – навыками планирования деятельности и разработки отчетной документации в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;  – различными типами коммуникаций при  осуществлении работы в российских и  международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач. |
| **УК-4:** готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Знания | **Знать:** - методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках,  - стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках. |
| Умения | **Уметь:** - следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках. |
| Владения (навыки /опыт деятельности) | **Владеть:** - навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках,  **-** навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках,  **-** различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках. |
| **УК-5**: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; | Знания | **Знать:** – философское и социальное содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из реального осознания уровня своего профессионального и личностного развития, учета своих перспектив и требований рынка труда. |
| Умения | **Уметь:** – формулировать цели личностного и профессионального развития и видеть условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей;  – осуществлять личностный выбор в  различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть**: – приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению  профессиональных задач; – способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития. |
| **ОПК-1:** способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; | Знания | **Знать:**  - основной круг задач, встречающихся в избранной области физики конденсированного состояния, и основные способы, методы, алгоритмы их решения с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;  – основные источники и методы поиска  научной информации в избранной области научных исследований. |
| Умения | **Уметь:** – находить наиболее эффективные пути решения основных типов задач, встречающихся в избранной области физики конденсированного состояния,  используя современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии;  – отслеживать, анализировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований в избранной области физики конденсированного состояния. |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть:**  – современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в избранной области физики конденсированного состояния;  – навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных аспирантом лично, в рецензируемых научных изданиях. |
| **ПК-1**: способность к самостоятельной разработке экспериментальных и теоретических методик изучения структуры, механических характеристик и физических свойств металлов и сплавов; | Знания | **Знать:** основные экспериментальные и теоретические методики изучения структуры и свойств металлов и сплавов |
| Умения | **Уметь:** осуществлять отбор и анализ информации, необходимой для исследований в области квантовой теории поля и физики конденсированного состояния |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть:** методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач |
| **ПК-2**: готовность использовать знания и передовые отечественные и зарубежные достижения в области физики конденсированного состояния при проведении научных исследований и разработке перспективных материалов с определенными свойствами, методов их обработки, конструкций, приборов и устройств на их основе; | Знания | **Знать:** основы теоретической физики, современные области ее использования, иметь представление о направлениях разработок |
| Умения | **Уметь:** использовать основные законы теоретической физики |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть:** информацией о наиболее важных достижениях современной теоретической физики и применениях физических моделей при разработке теории мезоскопических систем |
| **ПК-3**: способность формулировать перспективные задачи исследования в области физики конденсированного состояния с целью разработки новых материалов, методов их обработки, физических приборов, систем и конструкций | Знания | **Знать:** теоретические и методологические основы смежных с физикой математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач |
| Умения | **Уметь:** решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать задачи, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики, физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | **Владеть:** аналитическими методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и физики с целью разработки новых материалов и систем |

# 3. Объем блока «Научно-исследовательская работа» с распределением по годам обучения

Общая трудоемкость блока «Научные исследования» 197 з.е. (7092 академических часа), в том числе:

Распределение трудоемкости на научно-исследовательскую деятельность и подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) и по учебным годам и семестрам:

|  |  |
| --- | --- |
|  | З.е. |
| 1 год обучения | **55** |
| 2 год обучения | **47** |
| 3 год обучения | **60** |
| 4 год обучения | **35** |
| Итоги: | **197** |

# 4. Содержание блока «Научные исследования»

Основой реализации блока «Научные исследования» является индивидуальный план аспиранта вне зависимости от форм обучения. Далее, в таблице 1 для очной формы обучения представлены этапы реализации программы блока «Научные исследования», которые должны быть отражены в индивидуальном плане аспиранта. Длительность этапов реализации программы блока определяется организацией самостоятельно в рамках 197 з.е. за весь период обучения.

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Год обучения, семестр | Объем в часах | Наименование этапа реализации программы | Содержание (раскрываемые вопросы) | Формируемые компетенции | Форма контроля |
| 1 | **1 год** обучения | 1980 | 1.Обсуждение  концепции  квалификационной  работы,  разработка плана  исследования,  утверждение темы НКР  (диссертации) | Осуждение совместно с научным руководителем аспиранта темы научно-квалификационной работы (НКР).  Сформулировать цели и задачи научного  исследования как научный результат, который  должен быть получен в итоге проведенного  исследования на основе выявленных  актуальных проблем. Планирование научного эксперимента или теоретической работы. | УК-1, УК-2, УК-3, УК-4,  УК-5, ОПК-1,  ПК-1, ПК-2,  ПК-3 | ИП, выписка из  протокола семинара  лаборатории об  утверждении темы для  аспиранта |
| 2. Обучение работе и  регистрация во  внутренней сети института. | Обучение работе и регистрация  в внутренней сети института. | Личный кабинет  сотрудника ИФМ |
| 3. Изучение литературных источников по теме НКР. Научный обзор по теме  НКР. | Выбор литературных источников (по  ключевым понятиям тематики исследования,  рекомендации научного руководителя) первичное ознакомление и беглое чтение источника, глубокое чтение и анализ.  Сделать краткий обзор предпосылок для исследования: что сделано предшественниками, и что осталось нераскрытым, что предстоит сделать.  Выявить объект и предмет исследования. | ИП |
| 4. Подготовка к проведению эксперимента | Подготовка к проведению экспериментов на лабораторном оборудовании, подготовка образцов, обучение самостоятельной работе на экспериментальном оборудовании. | ИП |
| 3 | **2 год** обучения | 1692 | 1. Теоретическое и экспериментальное исследования в соответствии с темой НКР | В соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами провести эксперименты и дальнейшую обработку полученных экспериментальных данных. Провести трактовку полученных результатов. | УК-1, УК-2, УК-3, УК-4,  УК-5, ОПК-1,  ПК-1, ПК-2,  ПК-3 | ИП |
| 2. Работа по подготовке глав квалификационной  работы (диссертации). | Подготовка глав диссертации в соответствии с  ИП | ИП |
| 3. Подготовка научных публикаций по теме диссертации и участие в конференциях. | Подготовка научных публикаций (статей) в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования (Web of Science, Scopus); научных публикаций (статей) в изданиях из перечня ВАК, зарубежных изданиях. Подготовка тезисов к конференции, участие в конференции с докладом по теме диссертационной работы. | публикации в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования, тезисы конференций |
| 4. Участие в научном семинаре. | Участие в научном семинаре лаборатории. | ИП |
| 5 | **3 год** обучения | 2160 | 1. Теоретическое и экспериментальное исследования в соответствии с темой НКР | В соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами провести эксперименты и дальнейшую обработку полученных экспериментальных данных. Провести трактовку полученных результатов. | УК-1, УК-2, УК-3, УК-4,  УК-5, ОПК-1,  ПК-1, ПК-2, ПК-3 | ИП |
| 2. Работа по подготовке глав квалификационной  работы (диссертации). | Подготовка глав диссертации в соответствии с  ИП | ИП |
| 3. Подготовка научных публикаций по теме диссертации и участие в конференциях. | Подготовка научных публикаций (статей) в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования (Web of Science, Scopus); научных публикаций (статей) в изданиях из перечня ВАК, зарубежных изданиях. Подготовка тезисов к конференции, участие в конференции с докладом по теме диссертационной работы. | публикации в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования, тезисы конференций |
| 4. Участие в научном семинаре. | Участие в научном семинаре лаборатории. | ИП |
| 7 | **4 год** обучения | 1260 | 1. Завершение экспериментальных исследований, подготовка квалификационной работы (диссертации). Работа по оформлению квалификационной работы (диссертации). | Завершить работу над главами НКР (диссертацией). Обсудить в лаборатории совместно с научным руководителем аспиранта завершенную НКР, указать замечания. Исправить замечания и внести изменения в текст диссертации. | УК-1, УК-2, УК-3, УК-4,  УК-5, ОПК-1,  ПК-1, ПК-2, ПК-3 | ИП |
|  | 2. Подготовка научных публикаций по теме диссертации и участие в конференциях. | Подготовка научных публикаций (статей) в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования (Web of Science, Scopus); научных публикаций (статей) в изданиях из перечня ВАК, зарубежных изданиях. Подготовка тезисов к конференции, участие в конференции с докладом по теме диссертационной работы. | публикации в  изданиях, включенных в международные базы  цитирования, тезисы конференций |
|  | 3. Работа по оформлению диссертации. | Оформить научно-квалификационную работу (диссертацию) в соответствии с требованиями | рукопись диссертации |
|  | 4. Подготовка научного доклада | Подготовить научный доклад об основных результатах подготовленной научноквалификационной работы | ИП, доклад о результатах НКР |

Форма контроля – ежегодный зачет.

# 5. Фонд оценочных средств по блоку «Научные исследования»

## 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: 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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:** – методы критического  анализа и оценки  современных научных  достижений, а также методы  генерирования новых идей  при решении  исследовательских и  практических задач, в том  числе в  междисциплинарных  областях. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Сформированные  систематические  знания методов  критического  анализа и оценки  современных  научных  достижений, а также  методов  генерирования  новых идей при  решении  исследовательских и  практических задач,  в том числе  междисциплинарных |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1. анализировать  альтернативные варианты  решения исследовательских  и практических задач и  оценивать потенциальные  выигрыши/проигрыши  реализации этих вариантов | Частично освоенное  умение анализировать  альтернативные  варианты решения  исследовательских и  практических задач и  оценивать  потенциальные  выигрыши/проигрыш  и реализации этих  вариантов | Сформированное  умение  анализировать  альтернативные  варианты решения  исследовательских и  практических задач  и оценивать  потенциальные  выигрыши/проигры  ши реализации этих  вариантов |
| 2. при решении  исследовательских и  практических задач  генерировать новые идеи,  поддающиеся  операционализации исходя  из наличных ресурсов и  ограничений | Частично освоенное  умение при решении  исследовательских и  практических задач  генерировать идеи,  поддающиеся  реализации  исходя из наличных ресурсов и  ограничений | Сформированное  умение при решении  исследовательских и  практических задач  генерировать идеи,  поддающиеся  реализации  исходя из наличных ресурсов и  ограничений |
| Третий этап (уровень) | Владеть:  1. навыками анализа  методологических проблем,  возникающих при решении  исследовательских и  практических задач, в том  числе в  междисциплинарных  областях | Фрагментарное  применение навыков  анализа  методологических  проблем,  возникающих при  решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и  систематическое  применение навыков  анализа  методологических  проблем,  возникающих при  решении  исследовательских и  практических задач,  в том числе в  междисциплинарных  областях |
| 2. навыками критического  анализа и оценки  современных научных  достижений и результатов  деятельности по решению  исследовательских и  практических задач, в том  числе в  междисциплинарных  областях | Фрагментарное  применение  технологий  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений и  результатов  деятельности по  решению  исследовательских и  практических задач | Успешное и  систематическое  применение  технологий  критического  анализа и оценки  современных  научных достижений  и результатов  деятельности по  решению  исследовательских и  практических задач |

Код и формулировка компетенции УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:**  1. методы научно-исследовательской деятельности | Фрагментарные представления о методах научно-исследовательской деятельности | Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности |
| 2. Основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира | Фрагментарные представления об основных концепциях современной философии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях научной картины мира | Сформированные систематические представления об основных концепциях современной философии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях научной картины мира |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений | Фрагментарное  использование положений и категорий философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений | Сформированное умение использовать положения и категории философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:**  1. навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития | Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития | Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития |
| 2. технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований | Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности | Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:**  1. особенности представления  результатов научной  деятельности в устной и  письменной форме при  работе в российских и  международных  исследовательских  коллективах. | Фрагментарные  знания особенностей  предоставления  результатов научной  деятельности в устной  и письменной форме | Сформированные и  систематические  знания особенностей  представления  результатов научной  деятельности в  устной и письменной  форме при работе в  российских и  международных  исследовательских  коллективах |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1. следовать нормам, принятым в научном  общении при работе в  российских и  международных  исследовательских  коллективах с целью  решения научных и научно-  образовательных задач | Фрагментарное  следование нормам, принятым в научном  общении при работе в  российских и  международных  исследовательских  коллективах с целью  решения научных и  научно-  образовательных  задач | Успешное и  Систематическое следование нормам,  принятым в научном  общении, для  успешной работы в  российских и  международных  исследовательских  коллективах с целью  решения научных и  научно-  образовательных  задач |
| 2. осуществлять личностный  выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских  коллективах, оценивать  последствия принятого  решения и нести за него  ответственность перед  собой, коллегами и  обществом. | Частично освоенное  умение осуществлять  личностный выбор в  процессе работы в  российских и  международных  исследовательских  коллективах,  оценивать  последствия  принятого решения и  нести за него  ответственность перед  собой, коллегами и  обществом | Успешное и  систематическое  умение  осуществлять  личностный выбор в  процессе работы в  российских и  международных  исследовательских  коллективах,  оценивать  последствия  принятого решения и  нести за него  ответственность  перед собой,  коллегами и  обществом |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:**  1. навыками анализа  основных  мировоззренческих и  методологических проблем,  в.т.ч. междисциплинарного  характера, возникающих  при работе по решению  научных и научно-  образовательных задач в  российских или  международных  исследовательских  коллективах | Фрагментарное  применение навыков  анализа основных  мировоззренческих и  методологических  проблем, в т.ч.  междисциплинарного  характера,  возникающих при  работе по решению  научных и научно-  образовательных  задач в российских  или международных  исследовательских  коллективах | Успешное и  систематическое  применение навыков  анализа основных  мировоззренческих и  методологических  проблем, в т.ч.  междисциплинарног  о характера,  возникающих при  работе по решению  научных и научно-  образовательных  задач в российских  или международных  исследовательских  коллективах |
| 2. технологиями оценки  результатов коллективной  деятельности по решению  научных и научно-  образовательных задач, в  том числе ведущейся на иностранном языке | Фрагментарное  применение  технологий оценки  результатов  коллективной  деятельности по решению научных и  научно-  образовательных  задач, в том числе  ведущейся на  иностранном языке | Успешное и  систематическое  применение  технологий оценки  результатов  коллективной деятельности по  решению научных и  научно-  образовательных  задач, в том числе  ведущейся на  иностранном языке |
| 3. технологиями  планирования деятельности  в рамках работы в  российских и  международных  коллективах по решению  научных и научно-  образовательных задач | Фрагментарное  применение  технологий  планирования  деятельности в рамках  работы в российских  и международных  коллективах по  решению научных и  научно-  образовательных  задач | Успешное и  систематическое  применение  технологий  планирования  деятельности в  рамках работы в  российских и  международных  коллективах по  решению научных и  научно-  образовательных  задач |
| 4. различными типами  коммуникаций при  осуществлении работы в  российских и  международных  коллективах по решению  научных и научно-  образовательных задач. | Фрагментарное  применение навыков  использования  различных типов  коммуникаций при  осуществлении  работы в российских  и международных  коллективах по  решению научных и  научно-  образовательных  задач | Успешное и  систематическое  владение  различными типами  коммуникаций при  осуществлении  работы в российских  и международных  коллективах по  решению научных и  научно-  образовательных  задач |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:**  1. методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Фрагментарные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Сформированные и систематические знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках |
|  | 2. стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках | Фрагментарные знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках | Сформированные систематические знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1. следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках | Частично освоенное умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках | Успешное и систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:**  1. навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках | Фрагментарное применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках | Успешное и систематическое применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках |
| 2. навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Фрагментарное применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках | Успешное и систематическое применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках |

Код и формулировка компетенции: УК-5 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:**  содержание процесса  целеполагания  профессионального и  личностного развития, его  особенности и способы  реализации при решении  профессиональных задач,  исходя из этапов карьерного роста и требований рынка  труда. | Допускает  существенные ошибки  при раскрытии  содержания процесса  целеполагания, его  особенностей и  способов реализации. | Раскрывает полное  содержание процесса  целеполагания, всех  его особенностей,  аргументировано  обосновывает  критерии выбора  способов  профессиональной и личностной  целереализации при  решении  профессиональных  задач. |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1. формулировать цели  личностного и  профессионального  развития и условия их  достижения, исходя из  тенденций развития области  профессиональной  деятельности, этапов  профессионального роста,  индивидуально-личностных  особенностей; | Имея базовые  представления о  тенденциях развития  профессиональной  деятельности и этапах  профессионального  роста, не способен  сформулировать цели  профессионального и  личностного развития. | Готов и умеет  формулировать цели  личностного и  профессионального  развития и условия  их достижения,  исходя из тенденций  развития области  профессиональной  деятельности, этапов  профессионального  роста,  индивидуально-  личностных  особенностей. |
| 2. осуществлять личностный  выбор в различных  профессиональных и  морально-ценностных  ситуациях, оценивать  последствия принятого  решения и нести за него  ответственность перед собой  и обществом. | Готов осуществлять  личностный выбор в  конкретных  профессиональных и  морально-ценностных  ситуациях, но не  умеет оценивать  последствия  принятого решения и  нести за него  ответственность перед  собой и обществом. | Умеет осуществлять  личностный выбор в  различных  нестандартных  профессиональных и  морально-  ценностных  ситуациях,  оценивать  последствия  принятого решения и  нести за него  ответственность  перед собой и  обществом. |
| Третий этап (уровень) | Владеть:  1. приемами и технологиями  целеполагания,  целереализации и оценки  результатов деятельности по  решению профессиональных  задач | Владеет отдельными  приемами и  технологиями  целеполагания,  целереализации и  оценки результатов  деятельности по  решению стандартных  профессиональных  задач, допуская  ошибки при выборе  приемов и технологий  и их реализации | Демонстрирует  владение системой  приемов и  технологий  целеполагания,  целереализации и  оценки результатов  деятельности по  решению  нестандартных  профессиональных  задач, полностью  аргументируя выбор  предлагаемого  варианта решения |
| 2. способами выявления и  оценки индивидуально-  личностных, профессионально-значимых  качеств и путями  достижения более высокого  уровня их развития. | Владеет информацией  о способах выявления  и оценки индивидуально-  личностных,  профессионально-  значимых качеств и  путях достижения  более высокого  уровня их развития,  допуская  существенные ошибки  при применении  данных знаний. | Владеет системой  способов выявления  и оценки индивидуально-  личностных и  профессионально-  значимых качеств,  необходимых для  профессиональной  самореализации, и  определяет  адекватные пути  самосовершенствова  ния. |

Код и формулировка компетенции ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять

научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:  1. основной круг проблем  (задач), встречающихся в  избранной сфере научной  деятельности, и основные  способы (методы,  алгоритмы) их решения | Фрагментарные  представления об  основных проблемах  и методах решений | Сформированные  систематические  представления об  основных проблемах  и методах решений |
| 2. основные источники и  методы поиска научной  информации | Фрагментарные  представления об  источниках и методах  поиска информации | Сформированные  систематические  представления об  источниках и  методах поиска  информации |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1. находить (выбирать)  наиболее эффективные  (методы) решения основных  типов проблем (задач),  встречающихся в избранной  сфере научной деятельност | Фрагментарные  умения поиска  (выбора)  эффективных  решений основных  задач | Сформированные  умения поиска  (выбора)  эффективных  решений основных  задач |
| 2. анализировать,  систематизировать и  усваивать передовой опыт  проведения научных  исследований | Фрагментарные  умения анализа и  синтеза передового  опыта научной работы | Сформированные  умения анализа и  синтеза передового  опыта научной  работы |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:**  1. современными методами,  инструментами и  технологией научно- исследовательской и  проектной деятельности в  определенных областях  науки | Фрагментарные  навыки владения  современными  методами научных исследований | Успешное и  систематическое  применение навыков  владения современными  методами научных  исследований |
| 2. навыками публикации  результатов научных  исследований, в том числе  полученных лично  обучающимся, в  рецензируемых научных  изданиях | Фрагментарные  навыки публикации  результатов научных  исследований | Успешное и  систематическое  применение навыков  публикации  результатов научных  исследований |

Код и формулировка компетенции ПК-1: способность к самостоятельной разработке экспериментальных и теоретических методик изучения структуры, механических характеристик и физических свойств металлов и сплавов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:** основные экспериментальные и теоретические методики изучения структуры и свойств металлов и сплавов | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Второй этап (уровень) | Уметь: осуществлять отбор и анализ информации, необходимой для исследований в области квантовой теории поля и физики конденсированного состояния | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |

Код и формулировка компетенции: ПК-2 готовность использовать знания и передовые отечественные и зарубежные достижения в области физики конденсированного состояния при проведении научных исследований и разработке перспективных материалов с определенными свойствами, методов их обработки, конструкций, приборов и устройств на их основе

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:** основы теоретической физики, современные области ее использования, иметь представление о направлениях разработок | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** использовать основные законы теоретической физики | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** информацией о наиболее важных достижениях современной теоретической физики и применениях физических моделей при разработке теории мезоскопических систем | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |

Код и формулировка компетенции:ПК-3 способность формулировать перспективные задачи исследования в области физики конденсированного состояния с целью разработки новых материалов, методов их обработки, физических приборов, систем и конструкций

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать:** теоретические и методологические основы смежных с физикой математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных физических задач | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать задачи, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики, физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** аналитическими методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и физики с целью разработки новых материалов и систем | Фрагментарное  владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Успешное и систематическое владение способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |

## 5.2. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Контроль этапов выполнения индивидуального плана подготовки НКР аспиранта,

контроль самостоятельной работы, проводятся в виде собеседования с научным руководителем.

2. Отчет о научно-исследовательской деятельности аспиранта должен быть представлен 1 раз в год в рамках промежуточной аттестации на заседание (семинара) лаборатории. Проведение отчетного мероприятия подтверждается выпиской из лабораторного семинара. Затем отчет представляется на комиссию института по аттестации аспирантов. Состав комиссии определяется решением института.

Критериями оценки подготовки НКР аспирантом являются:

– степень выполнения предусмотренных индивидуальным планом подготовки аспиранта задач;

– уровень овладения компетенциями, установленными ФГОС ВО соответствующему

направлению подготовки;

– результаты подготовки НКР в виде разделов работы (рукопись).

3. По итогам подготовки НКР аспирант представляет в отдел аспирантуры (комиссию по аттестации аспирантов) института следующую отчетную документацию:

– индивидуальный план подготовки с визой научного руководителя;

– выписку из протокола лабораторного семинара об аттестации аспиранта.

4. Промежуточная аттестация по научно-исследовательской деятельности и подготовке НКР (диссертации) осуществляется на основании выполнения индивидуального учебного плана работы аспирантом в виде зачета. Зачет проводится в форме отчета аспиранта перед членами комиссии института по аттестации аспирантов, осуществляется очно с присутствием на заседании научного руководителя аспиранта.

5. Аспирант по итогам каждого учебного года представляет индивидуальный учебный план работы аспиранта, который содержит в себе отчет о научно-исследовательской деятельности с визой научного руководителя, презентацию, содержащую основные результаты проведенного исследования.

6. Результаты подготовки НКР (диссертации) и научно-исследовательской деятельности определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение аттестационного испытания. Оценка «не зачтено» является академической задолженностью аспиранта и должна ликвидироваться в установленном институтом порядке и в установленные сроки.

Аспиранты, не сдавшие в установленные сроки зачет по подготовке НКР (диссертации) и научно-исследовательской деятельности, к государственной итоговой аттестации не допускаются.

# 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение блока «Научные исследования»

## 6.1. Перечень основной учебной литературы, необходимой для реализации блока «Научные исследования»

1. А.И. Китайгородский. Рентгеноструктурный анализ. М., Гостехиздат,, 1950.

2. Г.Б. Бокий. Кристаллохимия. М., Наука,1971.

3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред, 1957.

4. Дж. Най. Физические свойства кристаллов. М., Мир, 1967.

5. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела. М., Мир,1974.

6. Р. Пайерлс. Квантовая теория твердых тел. М., ИЛ, 1956.

7. Г. Лейбфрид. Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. М., ИЛ, 1963.

8. Г. Лейбфрид, В. Людвиг. Теория ангармонических эффектов в кристаллах. М., ИЛ, 1963.

9. А. Марадудин, Э. Монтролл, Дж. Вейсс. Динамическая теория кристаллической решетки в гармоническом приближении. М., Мир, 1965.

10. В.С. Шпинель. Резонанс гамма-лучей в кристаллах. М., Наука,1969.

11. Г. Джонс. Теория зон Бриллюэна и электронные состояния в кристаллах. М., Мир 1968.

12. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.

13. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М.-Л., ГИФМЛ,1962.

14. С.В. Вонсовский. Магнетизм. М., Наука, 1971.

15. Ф.Дж. Блатт. Физика электронной проводимости в твердых телах. М., Мир, 1971.

16. А.В. Соколов. Оптические свойства металлов. М., ГИФМЛ, 1961, 464с.

17. П. Де Жен. Сверхпроводимость металлов и сплавов. М., Мир, 1968.

18. Дж. Шриффер. Теория сверхпроводимости. М., Наука, 1970.

## 6.2. Перечень дополнительной учебной литературы для реализации блока «Научные исследования»

19. Дж. Займан. Электроны и фононы. М., ИЛ, 1962.

20. Н.В. Ашкрофт, Н.Д. Мермин. Физика твердого тела, тт. I и II. М., Мир, 1979.

21. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов. Электронная теория металлов. М., Наука, 1971.

22. Д. Маттис. Теория магнетизма. М., Мир, 1967.

23. М.В. Садовский. УФН, 2008, т. 178, с. 1243.

24. Ю.А. Изюмов, Э.З. Курмаев. Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAsсоединений. М.-Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009.

## 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для реализации блока «Научные исследования»

1. Web of Science Core Collection http://apps.webofknowledge.com/

2. Scopus http://www.scopus.com/

3. Научный журнал «Успехи физических наук» (Электронный ресурс в свободном доступе). Доступ к полным текстам статей возможен по гиперссылке <https://ufn.ru/>

4. Научный журнал «Физика твердого тела» (Электронный ресурс в свободном доступе). Доступ к полным текстам статей возможен по гиперссылке <http://journals.ioffe.ru/journals/1>

5. Научный журнал «Физика и техника полупроводников» (Электронный ресурс в свободном доступе). Доступ к полным текстам статей возможен по гиперссылке <http://journals.ioffe.ru/journals/2>

6. Научный журнал «Журнал технической физики» (Электронный ресурс в свободном доступе). Доступ к полным текстам статей возможен по гиперссылке <http://journals.ioffe.ru/journals/3>

7. Международный открытый электронный архив научных статей <http://arxiv.org/>

# 7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по блоку «Научные исследования»

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса, литература; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемой программы каждый аспирант обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Центр коллективного пользования «Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов» института позволяет получать количественную информацию о химическом и фазовом составе, параметрах кристаллической, электронной и магнитной структуры, механических свойствах, типе и концентрации дефектов.

ИЦ НПМ располагает следующим основным оборудованием:

- просвечивающие электронные микроскопы JEM-200CX, Tecnai G230 Twin, CM-30 SuperTwin, сканирующий электронный микроскоп QUANTA 200;

- магнитометрическая установка (СКВИД-магнитометр) MPMS-XL-5;

- универсальная установка для измерения физических свойств PPMS-9;

- вибрационный магнитометр VSM 7407 VSM;

- установка фирмы Oxford Instruments для исследования гальваномагнитных явлений в сильных магнитных полях и при сверхнизких температурах;

- экспериментальная установка сильных импульсных магнитных полей;

- электронные супермикровесы «Sartorius SE 2»

- установка для исследования механических свойств поверхности на наноуровне NanoTest600;

- испытательная машина Instron;

- рентгеновские дифрактометры ДРОН-6 и ДРОН-3М;

- спектрофотометры UV mini-1240 и СФ-46;

- оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой параллельного действия ICPE-9000,

- установки для получения жидкого гелия LHe18;

- оборудование пробоподготовки;

- установки для механических испытаний.