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

**22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ**

Направленность (профиль) программы

**05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

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 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», 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;  | 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. |
| 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  |
| 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:** 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 | **Знать:** - методы научно-исследовательской деятельности, - основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира.  |
| **Уметь: -** использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений.  |
| **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; | **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. |
| **Уметь:** – следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;  |
| **Владеть:** – навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе порешению 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 | **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. |
| **Уметь:** - следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках. |
| **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 следовать этическим нормам в профессиональной деятельности, **УК-6**: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;  | **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. |
| **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 вразличных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом. |
| **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 и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы полученияперспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии | ЗНАТЬ: методологию, современные проблемы и принципы подготовки технических заданий на проведения расчетно-теоретических иэкспериментальных работ, типы и классы современных и перспективных материалов и технологических процессов их получения, обработкии модификации |
| УМЕТЬ: оценивать влияние макро- и микроструктуры на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов,связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства,обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью |
| ВЛАДЕТЬ: навыками современных подходов к разработке технических заданий, описанию, теоретическому и экспериментальномуисследованию, моделированию и производству современных материалов, разработки и использования новых технологических процессов иоборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов |
| ОПК-2: Способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы,новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукцииобщества, экономики и экологии | ЗНАТЬ: методологию, современные проблемы и принципы подготовки технических заданий на проведения расчетно-теоретических иэкспериментальных работ, типы и классы современных и перспективных материалов и технологических процессов их получения, обработкии модификации |
| УМЕТЬ: оценивать влияние макро- и микроструктуры на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов,связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства,обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью |
| ВЛАДЕТЬ: навыками современных подходов к разработке технических заданий, описанию, теоретическому и экспериментальномуисследованию, моделированию и производству современных материалов, разработки и использования новых технологических процессов иоборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов |
| ОПК-3: Способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новыхматериалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества | ЗНАТЬ: основные калькуляционные статьи себестоимости продукции; основные методы оценки затрат при реализации техническогозадания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; основные методики выполнения и разделы технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; основные виды рисков приреализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов итехнологий |
| УМЕТЬ: рассчитывать нормативную, минимальную, конкурентоспособную и предельную цену; сопоставлять полученные затраты снормативными значениями и сопоставлять с экономическим эффектом от реализации технического задания и программы проведениярасчетно-теоретических и экспериментальных работ; определять показатели технико-экономического обоснования программ и проектов ипри необходимости сравнивать их с нормативными; определять ожидаемую инвестором величину премии за риск для разных типовинновационных проектов; осуществлять оценку затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытанияхи сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; осуществлять оценку затрат на проведение стандартизации и сертификации. |
| ВЛАДЕТЬ: приемами расчета различных цен; практическими навыками расчета затрат и экономического эффекта от реализациитехнических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; практическими навыками расчетаразделов технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; расчетом ставкидисконтирования с учетом основных видов рисков, а также интегральных показателей экономической эффективности проекта;практическими навыками оценки затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; практическими навыками оценки затрат на проведение стандартизации и сертификации |
| ОПК-4: Способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной иэксплуатационной деятельности | ЗНАТЬ: закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов; механизмы термодинамики и кинетикифазовых превращений, протекающих в сплавах при их нагреве и охлаждении; теорию растворов, теорию фазовых превращений, теориюдиффузии, а так же основные принципы формирования структуры и упрочнения сплавов; знать строение кристаллических материалов, ихреальную макро-, микро- и наноструктуру; взаимосвязь свойств со структурой. |
| УМЕТЬ: выбирать методы расчета, моделирования и оценки для прогнозирования свойств и возможности упрочнения для однофазных имногофазных сплавов с учетом тепловой теории структурообразовния; определять и рассчитывать модели поведения материалов привоздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками прогнозирования свойств материалов, используя при этом универсальные уравнения регрессии, методы приведенныхили эквивалентных концентраций; навыками системного подхода к конструированию материалов с заданными свойствами путемуправления их структурой в процессе получения и обработки. |
| ОПК-5: Способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общихпрофессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умениевыдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии | ЗНАТЬ: закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов; механизмы термодинамики и кинетики фазовых превращений, протекающих в сплавах при их нагреве и охлаждении; теорию растворов, теорию фазовых превращений, теорию диффузии, а так же основные принципы формирования структуры и упрочнения сплавов; знать строение кристаллических материалов, их реальную макро-, микро- и наноструктуру; взаимосвязь свойств со структурой. |
| УМЕТЬ: выбирать методы расчета, моделирования и оценки для прогнозирования свойств и возможности упрочнения для однофазных и многофазных сплавов с учетом тепловой теории структурообразовния; определять и рассчитывать модели поведения материалов при воздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов.. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками прогнозирования свойств материалов, используя при этом универсальные уравнения регрессии, методы приведенных или эквивалентных концентраций; навыками системного подхода к конструированию материалов с заданными свойствами путем управления их структурой в процессе получения и обработки |
| ОПК-6: Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущегоисполнителя с применением компьютерных технологий | ЗНАТЬ: нормативно-правовую базу проведения авторского надзора при изготовлении, монтаже, на- ладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлятьпатенты, научные отчеты, статьи, доклады. |
| УМЕТЬ: осуществлять оценку затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлятьпатенты, научные отчеты, статьи, доклады |
| ВЛАДЕТЬ: навыками анализа и систематизации результатов научных исследований; оформления патентов и научных отчетов, статей,докладов; практическими навыками оценки затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях исдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий. |
| ОПК-8: Способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-техническиеотчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады | ЗНАТЬ: методы планирования и организации экспериментов при испытаниях материалов; методы и алгоритмы обработки результатовнаучно-исследовательских работ; методы и порядок обработки результатов исследовательской работы; НТД и требования к оформлениюнаучно- технических отчетов. |
| УМЕТЬ: осуществлять сбор научно-технической информации по тематике исследовательской работы для составления обзоров, отчетов,научных публикаций и докладов; представить информацию по НИР специалистам и неспециалистам, составлять отчёты с использованиемприкладного программного обеспечения. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками составления отчетов по выполненному заданию; оформления научно-технических отчетов, подготовки презентаций инаучно- технических публикаций. |
| ОПК-9: Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических иэкспериментальных работ | ЗНАТЬ: правила составления технического задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в областиматериаловедения. |
| УМЕТЬ: разрабатывать технические задания и программы про- ведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в областиматериаловедения. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками по самостоятельной разработке программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ. |
| ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов | ЗНАТЬ: назначение и метрологические характеристики приборов и оборудования для выполнения экспериментов; основные современныетипы приборов, датчиков и оборудования, применяемые в металлургическом производстве при проведении экспериментов и регистрации ихрезультатов. |
| УМЕТЬ: правильно выбирать соответствующие методики и средства для выполнения конкретных экспериментов; осуществлять контрольпри производстве отливок; правильно ставить конкретные задачи; выбирать новейшие приборы, датчики и оборудование, для проведенияэкспериментов и регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). |
| ВЛАДЕТЬ: навыками практического использования современных приборов и оборудования для выполнения экспериментов; способностьюи готовностью участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения; проведениянаучно-исследовательских работ с применением современных приборов, датчиков и оборудования, для проведения экспериментов ирегистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). |
| ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов | ЗНАТЬ: методики расчета и проектирования новых технологических процессов; основные принципы построения технологическихпроцессов; основы теории поиска оптимальных решений |
| УМЕТЬ: решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса; уметь пользоваться современнымиметодиками расчета и проектирования новых технологических процессов; находить оптимальные и рациональные режимы обработки. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов;прогнозирования направления развития процессов; выбора наиболее экономически целесообразных видов производства обработкиматериалов. |
| ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологическийконтроль при производстве материалов и изделий | ЗНАТЬ: современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологическихэкспериментов. |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологическийконтроль при производстве материалов и изделий. |
| ВЛАДЕТЬ: владеть навыками и/ или иметь опыт деятельности: оптимизации технологии производства; иметь опыт деятельности:проведения технологических экспериментов и исследований процессов, агрегатов и продукции для их совершенствования |
| ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологическихпроцессов их изготовления | ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия(сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа. |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; полностью готовить и проводитьоценку соответствия продукции или процесса для получения соответствующего документа. |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; расширенными навыками подготовки документации к сертификации инавыками организации персонала для проведения оценки соответствия. |
| ОПК-14: Способность и готовность оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих иконструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий | ЗНАТЬ: принципы технологического аудита и маркетинга наукоемких технологий; принципы технологического аудита и маркетинганаукоемких технологий |
| УМЕТЬ: определять источники и схемы финансирования для инновационных проектов; разрабатывать бизнес-планы; определять источникии схемы финансирования для инновационных проектов; разрабатывать бизнес-планы. |
| ВЛАДЕТЬ: методами управления инновационными процессами на уверенном уровне; методами управления инновационными процессамина уверенном уровне. |
| ОПК-15: Способность и готовность разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ | ЗНАТЬ: основные принципы разработки мероприятий по реализации разработанных проектов и программ. |
| УМЕТЬ: обсуждать и предлагать способы эффективного решения реализации разработанных проектов и программ. |
| ВЛАДЕТЬ: способами оценивания значимости и практической пригодности предложенных мероприятий по реализации разработанныхпроектов и программ. |
| ОПК-16: Способность и готовность организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемыхизделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологическихпроцессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества | ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; детально владеть сведениями осовершенствовании продукции, её сертификации и работе систем качества. |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; критически и научно оцениватьсостояние продукции и процесса её производства для совершенствования системы менеджмента качества и документальной базы. |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; научное обоснования и практическое применения опыта улучшениясостояния производства продукции и её качества. |
| ОПК-17: Способность и готовность руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научныхисследований | ЗНАТЬ: научные основы организации работы творческого коллектива, планирования эксперимента; методы системного анализа; принципыорганизации работы исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности и их реализация. |
| УМЕТЬ: обоснованно формулировать научно- исследовательскую задачу коллективу исполнителей; планировать исследовательскую работу;организовывать работу в исследовательском коллективе с учетом личностных особенностей его участников. |
| ВЛАДЕТЬ: приемами руководства по постановки научных исследований; навыками к организации работы исследовательского коллектива вобласти профессиональной деятельности. |
| ОПК-19: Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования | ЗНАТЬ: закономерности и принципы организации преподавательской деятельности в высшей школе; основные виды современныхобразовательных технологий. |
| УМЕТЬ: осуществлять выбор основных образовательных программ высшего профессионального образования в процессе преподавательскойдеятельности; осваивать в учебном процессе современные интерактивные средства; использовать новые результаты, полученные в ходевыполнения собственных исследований, для разработки разделов учебных дисциплин, формирования конспектов лекций и практическихзанятий, презентаций. |
| ВЛАДЕТЬ: навыками проектирования и реализации основных образовательных про- грамм высшего профессионального образования впроцессе преподавательской деятельности; консультирования студентов при подготовке ими домашних заданий и курсовых работ. |
| ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств | ЗНАТЬ о современном состояниинауки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах; |
| УМЕТЬ формулировать цели и задачи научного исследования; |
| ВЛАДЕТЬ навыками анализа результатов исследований и представления их в различных форматах |

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

Очная форма 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:

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

# 4. Содержание блока «Научные исследования»

Основой реализации блока «Научные исследования» является индивидуальный план аспиранта вне зависимости от форм обучения. Далее, в таблице 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, УК-6, ОПК-1 – ОПК19, ПК-1 | ИП, выписка из протокола семинара лаборатории об утверждении темы для аспиранта |
| 2. Обучение работе и регистрация вовнутренней сети института. | Обучение работе и регистрация в внутренней сети института. | Личный кабинетсотрудника 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, УК-6, ОПК-1 – ОПК19, ПК-1 |  ИП |
| 2. Работа по подготовке глав квалификационной работы (диссертации).  | Подготовка глав диссертации в соответствии сИП |  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 сИП |  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, УК-6, ОПК-1 – ОПК19, ПК-1 | 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 анализироватьальтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов | Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов |
| 2. при решенииисследовательских ипрактических задачгенерировать новые идеи,поддающиеся операционализации исходяиз наличных ресурсов иограничений | 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 анализаи оценки современных научныхдостижений 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. междисциплинарногохарактера, 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. междисциплинарного 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 рамкахработы 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 следовать этическим нормам в профессиональной деятельности, УК-6 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-ценностныхситуациях, но не умеет оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность передсобой 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 выборпредлагаемого 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 самосовершенствования. |

Код и формулировка компетенции ОПК-1 Способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения

перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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. методологию, современные проблемы и принципы подготовки технических заданий на проведения расчетно-теоретических и | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| 2. экспериментальных работ, типы и классы современных и перспективных материалов и технологических процессов их получения, обработкии модификации | Фрагментарные представления об источниках и методахпоиска информации | Сформированные систематические представления об источниках и методах поиска информации |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1 оценивать влияние макро- и микроструктуры на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов,встречающихся в избранной сфере научной деятельност | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| 2. связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства,обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью | Фрагментарные умения анализа и синтеза передового опыта научной работы | Сформированные умения анализа и синтеза передового опыта научной работы  |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** 1. навыками современных подходов к разработке технических заданий, описанию, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию и производству современных материалов, разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-2: Способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы,

новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукцииобщества, экономики и экологии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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. методологию, современные проблемы и принципы подготовки технических заданий на проведения расчетно-теоретических и. экспериментальных работ, типы и классы современных и перспективных материалов и технологических процессов их получения, обработкии модификации | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:**  1 оценивать влияние макро- и микроструктуры на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов,встречающихся в избранной сфере научной деятельност | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
|  | 2. связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства,обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью | Фрагментарные умения анализа и синтеза передового опыта научной работы | Сформированные умения анализа и синтеза передового опыта научной работы  |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** 1. навыками современных подходов к разработке технических заданий, описанию, теоретическому и экспериментальному исследованию, моделированию и производству современных материалов, разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-3: Способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых

материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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. основные калькуляционные статьи себестоимости продукции; основные методы оценки затрат при реализации технического задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; основные методики выполнения и разделы технико- экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; основные виды рисков приреализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов итехнологий | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** рассчитывать нормативную, минимальную, конкурентоспособную и предельную цену; сопоставлять полученные затраты с нормативными значениями и сопоставлять с экономическим эффектом от реализации технического задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; определять показатели технико-экономического обоснования программ и проектов и при необходимости сравнивать их с нормативными; определять ожидаемую инвестором величину премии за риск для разных типов инновационных проектов; осуществлять оценку затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; осуществлять оценку затрат на проведение стандартизации и сертификации. | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** приемами расчета различных цен; практическими навыками расчета затрат и экономического эффекта от реализациитехнических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; практическими навыками расчетаразделов технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; расчетом ставкидисконтирования с учетом основных видов рисков, а также интегральных показателей экономической эффективности проекта;практическими навыками оценки затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; практическими навыками оценки затрат на проведение стандартизации и сертификации | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-4: Способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и

эксплуатационной деятельности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов; механизмы термодинамики и кинетики фазовых превращений, протекающих в сплавах при их нагреве и охлаждении; теорию растворов, теорию фазовых превращений, теорию диффузии, а так же основные принципы формирования структуры и упрочнения сплавов; знать строение кристаллических материалов, их реальную макро-, микро- и наноструктуру; взаимосвязь свойств со структурой | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** выбирать методы расчета, моделирования и оценки для прогнозирования свойств и возможности упрочнения для однофазных и многофазных сплавов с учетом тепловой теории структурообразовния; определять и рассчитывать модели поведения материалов при воздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками прогнозирования свойств материалов, используя при этом универсальные уравнения регрессии, методы приведенных или эквивалентных концентраций; навыками системного подхода к конструированию материалов с заданными свойствами путем управления их структурой в процессе получения и обработки | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-5: Способность и готовность использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать: : закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов; механизмы термодинамики и кинетики фазовых превращений, протекающих в сплавах при их нагреве и охлаждении; теорию растворов, теорию фазовых превращений, теорию диффузии, а так же основные принципы формирования структуры и упрочнения сплавов; знать строение кристаллических материалов, их реальную макро-, микро- и наноструктуру; взаимосвязь свойств со структурой. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** выбирать методы расчета, моделирования и оценки для прогнозирования свойств и возможности упрочнения для однофазных и многофазных сплавов с учетом тепловой теории структурообразовния; определять и рассчитывать модели поведения материалов при воздействии на них температуры, механических нагрузок, электромагнитного излучения и других внешних факторов | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками прогнозирования свойств материалов, используя при этом универсальные уравнения регрессии, методы приведенных или эквивалентных концентраций; навыками системного подхода к конструированию материалов с заданными свойствами путем управления их структурой в процессе получения и обработки | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-6: Способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и

эксплуатационной деятельности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:нормативно-правовую базу проведения авторского надзора при изготовлении, монтаже, на- ладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять патенты, научные отчеты, статьи, доклады | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** осуществлять оценку затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче вэксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять патенты, научные отчеты, статьи, доклады | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками анализа и систематизации результатов научных исследований; оформления патентов и научных отчетов, статей,докладов; практическими навыками оценки затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях исдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-8: Способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 планирования и организации экспериментов при испытаниях материалов; методы и алгоритмы обработки результатов научно-исследовательских работ; методы и порядок обработки результатов исследовательской работы; НТД и требования к оформлению научно- технических отчетов | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** осуществлять сбор научно-технической информации по тематике исследовательской работы для составления обзоров, отчетов,научных публикаций и докладов; представить информацию по НИР специалистам и неспециалистам, составлять отчёты с использованиемприкладного программного обеспечения | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками составления отчетов по выполненному заданию; оформления научно-технических отчетов, подготовки презентаций инаучно- технических публикаций | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-9:Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:правила составления технического задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в областиматериаловедения. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** разрабатывать технические задания и программы про- ведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ в областиматериаловедения. | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками по самостоятельной разработке программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ. | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:назначение и метрологические характеристики приборов и оборудования для выполнения экспериментов; основные современныетипы приборов, датчиков и оборудования, применяемые в металлургическом производстве при проведении экспериментов и регистрации ихрезультатов. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** правильно выбирать соответствующие методики и средства для выполнения конкретных экспериментов; осуществлять контрольпри производстве отливок; правильно ставить конкретные задачи; выбирать новейшие приборы, датчики и оборудование, для проведенияэкспериментов и регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками практического использования современных приборов и оборудования для выполнения экспериментов; способностьюи готовностью участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения; проведениянаучно-исследовательских работ с применением современных приборов, датчиков и оборудования, для проведения экспериментов ирегистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,

маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:методики расчета и проектирования новых технологических процессов; основные принципы построения технологическихпроцессов; основы теории поиска оптимальных решений | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса; уметь пользоваться современнымиметодиками расчета и проектирования новых технологических процессов; находить оптимальные и рациональные режимы обработки. | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов;прогнозирования направления развития процессов; выбора наиболее экономически целесообразных видов производства обработкиматериалов | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический

контроль при производстве материалов и изделий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологическихэкспериментов | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологическийконтроль при производстве материалов и изделий. | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** владеть навыками и/ или иметь опыт деятельности: оптимизации технологии производства; иметь опыт деятельности:проведения технологических экспериментов и исследований процессов, агрегатов и продукции для их совершенствования | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических

процессов их изготовления

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия(сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; полностью готовить и проводитьоценку соответствия продукции или процесса для получения соответствующего документа | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** способами оптимизации технологии производства; расширенными навыками подготовки документации к сертификации инавыками организации персонала для проведения оценки соответствия. | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-14: Способность и готовность оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и 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:принципы технологического аудита и маркетинга наукоемких технологий; принципы технологического аудита и маркетинганаукоемких технологий | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** определять источники и схемы финансирования для инновационных проектов; разрабатывать бизнес-планы; определять источникии схемы финансирования для инновационных проектов; разрабатывать бизнес-планы | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** методами управления инновационными процессами на уверенном уровне; методами управления инновационными процессамина уверенном уровне | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-15: Способность и готовность разрабатывать мероприятия по реализации разработанных проектов и программ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 принципы разработки мероприятий по реализации разработанных проектов и программ. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** обсуждать и предлагать способы эффективного решения реализации разработанных проектов и программ | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** способами оценивания значимости и практической пригодности предложенных мероприятий по реализации разработанных проектов и программ | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-16: Способность и готовность организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; детально владеть сведениями осовершенствовании продукции, её сертификации и работе систем качества. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; критически и научно оцениватьсостояние продукции и процесса её производства для совершенствования системы менеджмента качества и документальной базы. | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** способами оптимизации технологии производства; научное обоснования и практическое применения опыта улучшениясостояния производства продукции и её качества. | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-17: Способность и готовность руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:научные основы организации работы творческого коллектива, планирования эксперимента; методы системного анализа; принципыорганизации работы исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности и их реализация. | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** обоснованно формулировать научно- исследовательскую задачу коллективу исполнителей; планировать исследовательскую работу;организовывать работу в исследовательском коллективе с учетом личностных особенностей его участнико | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** приемами руководства по постановки научных исследований; навыками к организации работы исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности. | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

Код и формулировка компетенции ОПК-19: Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать:закономерности и принципы организации преподавательской деятельности в высшей школе; основные виды современныхобразовательных технологий | Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений | Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений |
| Второй этап (уровень) | **Уметь:** осуществлять выбор основных образовательных программ высшего профессионального образования в процессе преподавательской деятельности; осваивать в учебном процессе современные интерактивные средства; использовать новые результаты, полученные в ходевыполнения собственных исследований, для разработки разделов учебных дисциплин, формирования конспектов лекций и практическихзанятий, презентаций | Фрагментарные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач | Сформированные умения поиска (выбора) эффективных решений основных задач |
| Третий этап (уровень) | **Владеть:** навыками проектирования и реализации основных образовательных про- грамм высшего профессионального образования впроцессе преподавательской деятельности; консультирования студентов при подготовке ими домашних заданий и курсовых работ. | Фрагментарные навыки владения современными методами научных исследований | Успешное и систематическое применение навыков владения современными методами научных исследований  |

 Код и формулировка компетенции ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| «Не зачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | **Знать** о современном состояниинауки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах; | Фрагментарноевладение 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: формулировать цели и задачи научного исследования; | Фрагментарноевладение 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:** навыками анализа результатов исследований и представления их в различных форматах | Фрагментарноевладение 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. Материаловедение./ Под. ред. Б.Н.Арзамасова. -М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана. -2004. -646 c.

2. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для ВУЗов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. -СПб.: Химиздат, 2004.-736 с.

3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Издательство дом Альянс, 2009. 527 с.

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

1. Смирнов М.А., Счастливцев В.М., Журавлев Л.Г. Основы термической обработки стали. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 495 с.

2. Гольдштейн М.И. Специальные стали./М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер. –М.: МИСиС, 1999. –408 с.

3. Колачёв Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : Учеб. для вузов по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" / Рос. гос. технол. ун-т им. К. Э. Циолковского; Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. –М.: МИСиС, 2005. –427 с.

4. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учебное пособие. М.: Металлургия, 1990.-239 с

.

## 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.